SWAMI RAMANAND TEERTH
MARATHWADA UNIVERSITY,
NANDED - 431 606 (MS)

स्वामी रामानंद तीर्थ
मराठवाडा विद्यापीठ, नांदेड

(Credit Framework and Structure of Four Year UG Program with Multiple Entry and Exit Option as per NEP-2020)

UNDERGRADUATE PROGRAMME OF
SCIENCE & TECHNOLOGY

Major in **Microbiology** and Minor in **DSM** (Subject)

Under the Faculty of Science & Technology

(Revised as per the Govt. Of Maharashtra circular dt. 13th March 2024)

Effective from the Academic year 2024 – 2025

(As per NEP-2020)

Course Structure: *Generic Elective Course - Teaching Scheme*

CourseCode	Course Name (Paper Title)	Teaching Scheme (Hrs.)		Credits Assigned		
		Theory	Practical	Theory	Practical	Total
SMICGE1101	Fundamentals of Hygiene	02	--	02	--	02

Generic Elective Course - Assessment Scheme

Course Code (2)	Course Name (3)	Theory				Practical		Total [Col (6+7) / Col (8+9)] (10)
		CA			ESA (7)			
		Test I (4)	Test II (5)	Avg (T1+T2)/2 (6)		CA (8)	ESA (9)	
SMICGE1101	Fundamentals of Hygiene	10	10	10	40	--	--	50

SMICGE1101: *Fundamentals of Hygiene*

National Education Policy 2020
Swami Ramanand Teerth Marathwada University Nanded
Faculty of Science and Technology
B. Sc. First Year (Semester – I)
Generic Elective Course: Microbiology
Course Name: Fundamentals of Hygiene
Course Code :SMICGE1101

Credits: 02 (Marks: 50) **Periods: 30**

Course pre-requisite:

1. This course is opted by the students which have not opted Core theory and Skill course.

Course objectives:

Students will be able to,

- Study personal, community and public health and hygiene
- Study the advantages of being hygienic.
- Understand the role of food safety in the daily life
- Know different health indicators and types of hygiene methods

Course outcomes:

Students should be able to,

- Practice own personal, community and public hygiene
- Evaluate food safety and incorporate in daily life.
- Implement Public Hygiene standards with the help of digital media.
- Implement good hygiene practices regularly in society.

Module No.	Unit No.	Topic	Hrs. Required to cover the contents
1. 0	I	**Hygiene**	**08**
	1.1	Hygiene – Definition; Personal, Community, Medical and Culinary hygiene; WASH (Water, Sanitation and Hygiene) programme	
	1.2	Rural Community Health: Village health sanitation & Nutritional committee (Roles & Responsibilities); About Accredited Social Health Activist (ASHA); Village Health Nutrition Day, Rogi Kalyan Samitis	
	1.3	Community & Personal Hygiene: Environmental Sanitation and Sanitation in Public places	
2.0	II	**Hygiene and Microorganism**	**08**
	2.1	Hygiene indicator microorganisms	
	2.2	Good Hygiene Practices - Reducing the Spread of Infections and Viruses	
	2.3	Environmental Pathogenic Microorganism	
	2.4	Vaccination	
3.0	III	**Food and safety**	**08**
	3.1	Microbial contamination of food and spoilage of food. Contamination from air, water, soil, sewage	
	3.2	Adulteration of food: common food adulterants – harmful effects and their detection Food Adulteration Act and its stringent implementation, food hygiene – hygiene of milk, meat, fish, eggs, fruits and	

		vegetables,	
	3.3	Food Security: Factors affecting food security, economics food security and community development, Food security bill	
4.0	IV	**Public Hygiene Awareness**	**06**
	4.1	Public Awareness through Digital Media - An Introduction to Mobile Apps of Government of India: NHP, Swasth Bharat, No More Tension, Pradhan Mantri Surakshit Mantritva Abhiyan (PM Suman Yojana), My Hospital (Mera aspataal), India fights Dengue, JSK Helpline, Ayushman Bhava, Arogya Setu, Covid 19AP	
		Total	**30**

References:

1. Adams MR and Moss MO Food Microbiology (3rd Edition) RSC publications, UK (2008).
1. Geoffrey Campbell-Platt (Editor) Food Science and Technology, Willey and Blackwell Publication, UK. (2009)
2. Lightfoot NF and Maier EA (Editor)Microbiological analysis of food and water, Elsevier Publication, Netherland. (2003)
3. Ray B and Bhunia A Fundamental food Microbiology (4th Edition) CRC publication, UK (2008).

Course Structure: *Generic Elective Course - Teaching Scheme*

CourseCode	Course Name (Paper Title)	Teaching Scheme (Hrs.)		Credits Assigned		
		Theory	Practical	Theory	Practical	Total
SMICGE1151	Microorganisms for Human Welfare	02	--	02	--	02

Generic Elective Course - Assessment Scheme

Course Code (2)	Course Name (3)	Theory				Practical		Total [Col (6+7) / Col (8+9)] (10)
		CA			ESA (7)			
		Test I (4)	Test II (5)	Avg (T1+T2)/2 (6)		CA (8)	ESA (9)	
SMICGE1151	Microorganisms for Human Welfare	10	10	10	40	--	--	50

SMICGE1151: *Microorganisms for Human Welfare*

National Education Policy 2020
Swami Ramanand Teerth Marathwada University Nanded
Faculty of Science and Technology
B. Sc. First Year (Semester – II)
Generic Elective Course: Microbiology
Course Name: Microorganisms for Human Welfare
Course Code :SMICGE1151

Credits: 02 (Marks: 50) **Periods: 30**

Course pre-requisite:

1. This course is opted by the students which have not opted DSC Microbiology.

Course objectives:

- To develop the understanding among the students for fermented food prepared from Wheat.
- To develop the understanding among the students for fermented food prepared Milk and Vegetables.
- To develop the understanding among the students for fermented food prepared Legumes and Oil Seeds.
- To develop the understanding among the students for fermented food prepared from Grape.

Course outcomes:

- Students get acquainted with fermented food prepared from Wheat.
- Students get acquainted with fermented food prepared Milk and Vegetables.
- Students get acquainted with fermented food prepared from Legumes and Oil Seeds.
- Students get acquainted with fermented food prepared from Grape.

Module No.	Unit No.	Topic	Hrs. Required to cover the contents
1. 0	I	**Fermented Food from Wheat: Bread**	**06**
	1.1	Introduction	
	1.2	Ingredients for Modern Bread-making	
	1.3	Systems of Bread-making	
	1.4	*Role of Yeasts in Bread-making*	
2.0	II	**Fermented Foods Made from Milk and Vegetables**	**06**
	2.1	Composition of Milk	
	2.2	Cheese	
	2.3	Yogurt (Yoghurt) and Fermented Milk Foods	
	2.4	Sauerkraut	
	2.5	Cucumbers (pickling)	
3.0	III	**Fermented Foods Derived from Legumes and Oil Seeds**	**09**
	3.1	Fermented Foods from Soybeans : Soy sauce	
	3.2	Fermented Foods from Beans: Idli	
	3.3	Fermented Foods from Protein-rich Oil-seeds	
	3.4	Food Condiments Made from Fish	

4.0	IV	**Production of Wines from Grape**	
	4.1	Grape Wines	**09**
	4.2	Processes in Wine Making	
	4.3	Fermentation	
	4.4	Ageing and Storage	
	4.5	Clarification	
	4.6	Packaging and Preservation	
		Total	**30**

Text books:

1. C. J. Alexopoulos, C. W. Mims and M. Blackwell, "Introductory Mycology," 4th Edition, John Wiley & Sons Inc., New York. (2007).
2. Nduka Okafor and Benedict C. Okeke, Modern Industrial Microbiology and Biotechnology 2nd edition, CRC Press, Taylor & Francis Group, (2018).
3. Prescott, Harley and Klein's (2001) Microbiology 5th edition. The McGraw-Hill Companies.
4. Michael Pelxzar, Jr. Chan E.C.S., Noel Krige, Microbiology – Concepts and applications, International Ed. McGraw Hill. (1993).
5. Powar C. B. and Daginawala H.I., General microbiology Vol I and II by Himalaya publishing house, Bombay.
6. P.C. Trivedi, Sonali Pandey and Seema Bhadauria. Text book of Microbiology, Aavishkar Publishers, Distributors, Jaipur 302 003 (Raj.) India (2010)

Reference Books:

1. Brock Biology of Microorganisms, Thirteenth Edition by Michael T. Madigan, John M. Martinko, David A. Stahl, David P. Clark, Benjamin Cummings, 1301 Sansome Street, San Francisco, CA 94111.
2. A. B. Solunke, P. S. Wakte, V. D. Hamde, and R. S. Awasthi, Manual of Methods for Pure Culture Study, by Nirmal Publication Delhi (India).
3. B. M. Sandikar Fundamental Microbiology, First edition by, Books and Allied (P) LTD. Kolkata.....

SWAMI RAMANAND TEERTH
MARATHWADA UNIVERSITY,
NANDED - 431 606 (MS)

(Credit Framework and Structure of Four Year UG Program with Multiple Entry and Exit Option as per NEP-2020)

UNDERGRADUATE PROGRAMME OF

SCIENCE & TECHNOLOGY

Major in **Microbiology** and Minor in **DSM** (Subject)

Under the Faculty of Science & Technology

(Revised as per the Govt. Of Maharashtra circular dt. 13th March 2024)

Effective from the Academic year 2025 – 2026

(As per NEP-2020)

Course Structure: *Generic Elective 3 -Teaching Scheme*

Course Code (2)	CourseName (3)	Teaching Scheme (Hrs.)		Credits Assigned		
		Theory	Practical	Theory	Practical	Total
SMICGE1201	Agricultural Applications of Microbes	02	--	02	--	02

Generic Elective 3 -Assessment Scheme

Course Code (2)	Course Name (3)	Theory				Practical		Total [Col (6+7) or Col (8+9)] (10)
		CA			ESA (7)			
		Test I (4)	Test II (5)	Avg of T1 & T2 (6)		CA (8)	ESA (9)	
SMICGE1201	Agricultural Applications of Microbes	10	10	10	40	--	--	50

SMICGE1201: *Agricultural Applications of Microbes*

National Education Policy 2020

Swami Ramanand Teerth Marathwada University Nanded

Faculty of Science and Technology

B. Sc. Second Year (Semester – III)

Generic Elective Course: Microbiology

Course Name: Agricultural Applications of Microbes

Course Code :SMICGE1201

Credits: 02 (Marks: 50) Periods: 30

Coursepre-requisite:

1. The course is offered for a student registered for undergraduate second year Programme in the Faculty of Humanities, Faculty of Commerce and Management, Faculty of Interdisciplinary Studies who had completed at undergraduate first year level.

CourseObjectives:

1. To introduce students to the fundamental concepts of agricultural microbiology, including the role of microorganisms in soil, plant health, and nutrient cycling.
2. To explore the diversity, morphology, and physiology of agriculturally important microorganisms, including bacteria, fungi, actinomycetes, and viruses.
3. To understand microbial interactions in the soil ecosystem and their impact on plant growth and disease management.
4. To study the applications of beneficial microorganisms in agriculture, such as biofertilizers, biopesticides, and plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR).
5. To familiarize students with microbial techniques used in agricultural microbiology, including isolation, identification, and cultivation of soil and plant-associated microbes.
6. To highlight the significance of microbial biotechnology in sustainable agriculture and environmental protection.

CourseOutcomes:

Upon successful completion of the course, students will be able to:

1. Explain the fundamental principles of agricultural microbiology and the role of microorganisms in soil fertility and plant health.
2. Describe the characteristics, classification, and functions of agriculturally important microorganisms.
3. Analyze microbial interactions in soil ecosystems and their effects on plant growth and disease suppression.
4. Evaluate the applications of beneficial microbes in agriculture, including biofertilizers and biocontrol agents.

ModuleNo.	Unit No.	Topic	Hrs. Required to cover the contents
1.0	I	**Introduction to Agricultural Microbiology**	**07**
	1.1	Definition, History, and Scope of Agricultural Microbiology	
	1.2	Importance of microorganisms in agriculture	
	1.3	Major groups of agriculturally important microbes: Bacteria, fungi, actinomycetes, viruses, and protozoa	
	1.4	Role of microorganisms in soil fertility and soil health	
	1.5	Biogeochemical cycles (Carbon, Nitrogen, Phosphorus, and Sulfur cycles)	
2.0	II	**Biofertilizers**	**07**
	2.1	Nitrogen-Fixing Microorganisms as Biofertilizers	
	2.2	Phosphate Solubilising Microorganisms as Biofertilizers	
	2.3	PGPB (Plant Growth Promoting Bacteria): Plant Growth Promoters	

3.0		**Biopesticides**	**08**
	3.1	Bio-weedicides	
	3.2	Bioinsecticides	
	3.3	Biofungicides	
4.0		**Microbial-Based Biorational Pesticides**	**08**
	4.1	Bacterial Secondary Metabolites as Agrochemicals	
	4.2	Agroactive Compounds from Actinomycetes	
	4.3	Fungal Secondary Metabolites as Agrochemical	
		Total	**30**

Textbooks:

1. Dubey R.C. and D. K, Maheshwari,A textbook of Microbiology 5th edition, S Chand and Co. NewDelhi. (2022)
2. Powar C. B. and Daginawala H.I., General microbiology Vol I and II by Himalaya publishing house, Bombay.

ReferenceBooks:

1. Applied Microbiology by Sanjai Saxena, Springer New Delhi Heidelberg New York Dordrecht London © Springer India 2015
2. Brock Biology of Microorganisms Thirteenth Edition, Michael T., John M. Martinko, David A. Stahl, and David P. Clark.
3. Prescott, Harley, and Klein’s Microbiology Seventh Edition, Joanne M. Willey , Linda M. Sherwood and Christopher J. Woolverton Published by McGraw-Hill.

Course Structure: *Generic Elective 4 -Teaching Scheme*

Course Code (2)	CourseName (3)	Teaching Scheme (Hrs.)		Credits Assigned		
		Theory	Practical	Theory	Practical	Total
SMICGE1251	Public Health Microbiology	02	--	02	--	02

Generic Elective 4 -Assessment Scheme

Course Code (2)	Course Name (3)	Theory				Practical		Total [Col (6+7) or Col (8+9)] (10)
		CA			ESA (7)			
		Test I (4)	Test II (5)	Avg of T1 & T2 (6)		CA (8)	ESA (9)	
SMICGE1251	Public Health Microbiology	10	10	10	40	--	--	50

SMICGE1251: *Public Health Microbiology*

National Education Policy 2020

Swami Ramanand Teerth Marathwada University Nanded

Faculty of Science and Technology

B. Sc. Second Year (Semester – IV)

Generic Elective Course: Microbiology

Course Name: Public Health Microbiology

Course Code :SMICGE1251

Credits: 02 (Marks: 50) Periods: 30

Coursepre-requisite:

1. The course is offered for a student registered for undergraduate second year Programme in the Faculty of Humanities, Faculty of Commerce and Management, Faculty of Interdisciplinary Studies who had completed at undergraduate first year level.

CourseObjectives:

The Public Health Microbiology course aims to:

1. Provide fundamental knowledge of microbial pathogens, their transmission, and their role in public health.
2. Explain the epidemiology of infectious diseases and strategies for disease prevention and control.
3. Explore microbiological techniques used in public health surveillance, diagnosis, and outbreak investigations.
4. Discuss water, food, and air microbiology with a focus on contamination, quality control, and safety regulations.
5. Introduce antimicrobial resistance, emerging infectious diseases, and their global impact.
6. Develop laboratory skills for microbiological testing of clinical and environmental samples.
7. Understand the role of public health agencies and policies in disease prevention and health promotion.

CourseOutcomes:

Upon successful completion of the course, students will be able to:

1. Explain the principles of public health microbiology and its significance in disease prevention.
2. Describe the epidemiological aspects of infectious diseases and public health interventions.
3. Perform microbiological tests to identify pathogens in clinical and environmental samples.
4. Analyze the microbiological quality of water, food, and air to ensure public health safety.
5. Interpret antimicrobial resistance mechanisms and propose measures for its mitigation.
6. Evaluate strategies for outbreak investigation, surveillance, and infection control.

ModuleNo.	Unit No.	Topic	Hrs. Required to cover the contents
1.0	I	**Introduction to Public Health Microbiology and Basic Epidemiology**	**07**
	1.1	Definition, scope, and importance of public health microbiology	
	1.2	Historical development : John Snow, Florence Nightingale, Germ theory of Disease	
	1.3	Infection: types and sources	
	1.4	Modes of disease transmission	
	1.5	Epidemic, Endemic and Pandemic Disease	
2.0	II	**Water, Food and Air Borne Diseases**	**07**
	2.1	Waterborne Diseases: Cholera, Typhoid	
	2.2	Foodborne Diseases: Salmonellosis, Listeriosis	
	2.3	Airborne Diseases : Tuberculosis, Covid – 19	
3.0		**Vector-Borne and Zoonotic Diseases**	**08**
	3.1	Causative agent, Pathogenesis, symptomatology, laboratory diagnosis, preventive measure and treatment of Malaria	

	3.2	Causative agent, Pathogenesis, symptomatology, laboratory diagnosis, preventive measure and treatment of Dengue	
	3.3	Causative agent, Pathogenesis, symptomatology, laboratory diagnosis, preventive measure and treatment of Chikungunya	
	3.4	Causative agent, Pathogenesis, symptomatology, laboratory diagnosis, preventive measure and treatment of Rabies	
4.0		**Immunization and Disease Prevention**	**08**
	4.1	Immunization : Definition and scope, Herd Immunity	
	4.2	Vaccines : Definition and Types of Vaccine; Cold Chain and Vaccine Storage	
	4.3	Immunization Schedule in India	
	4.4	Role of Microbiologists: Monitoring vaccine-preventable disease outbreaks; Vaccine development and testing; Public health education and awareness	
	4.5	Key Vaccination Campaigns in India : Pulse Polio Programme; Mission Indradhanush (2014 onward); COVID-19 Vaccination Drive (CoWIN portal-based registration)Measles-Rubella Campaign; National Viral Hepatitis Control Programme	
		Total	**30**

ReferenceBooks:

1. Tulchinsky, T. H., & Varavikova, E. A. (2014). The new public health. Academic Press.
2. Friis, R. H., & Sellers, T. (2020). Epidemiology for public health practice. Jones & Bartlett Learning.
3. Schneider, M.J. (2020). Introduction to public health . Jones & Bartlett Learning.
4. Basic Immunology by Joshi and Osarano. Agrobotanical publishers Ltd. Bikaner.
5. Elementary Microbiology Vol. I and II Dr. A. H Modi. Akta Prakashan. Nadiad.
6. Medical Microbiology. N. C. Dey and T. K. Dey. Allied agency, Culcutta.
7. Microbiology by Davis, Dulbecco, Eisen Harper and Row Maryland.
8. Molecular biology by David Freifelder, Narosa Publishing house, New Delhi.
9. Immunology by B. S. Nagoba and D. V. Vedpathak. BI publications, New Delhi.
10. Essential Immunology 10th edition Blackwell Science Roitt I.
11. Immunology 4th edition W. H. Freeman & company Kuby.
12. Brock Biology of Microorganisms Thirteenth Edition, Michael T., John M. Martinko, David A. Stahl, and David P. Clark.
13. Prescott, Harley, and Klein's Microbiology Seventh Edition, Joanne M. Willey , Linda M. Sherwood and Christopher J. Woolverton Published by McGraw-Hill.
14. Fundamental Immunology 5th edition by William E., Md. Paul
15. Immunology Fifth Edition Richard A. Goldsby Thomas J. Kindt Barbara A. Osborne Janis Kuby.
16. Fundamentals of Hygiene by Pankaj O. Thakur, Ravindra R. Rakh and Raosaheb Pawar. My Rays publication center, Pune.

B. Sc. First Year (Semester – I)

Generic Elective Course: Microbiology

Course Name: FUNDAMENTALS OF HYGIENE COURSE

Code : SMICGE1101

UNIT 01 HYGIENE

1.1 Hygiene – Concept and Types

Definition of Hygiene

Hygiene refers to the science and practice of maintaining health through cleanliness and preventive measures. It includes behaviours, conditions, and practices that help to preserve personal health, reduce contact with infectious agents, and prevent the spread of diseases. The term is derived from the Greek word *Hygeia*, the goddess of health. In microbiology, hygiene is especially relevant due to its role in limiting exposure to harmful microorganisms, thereby controlling disease transmission within communities, hospitals, and food environments.

1.1.1 Personal Hygiene

Personal hygiene includes all the daily routines followed by an individual to maintain cleanliness and minimize the risk of infection. It involves washing hands regularly, especially before meals and after using the toilet, to remove pathogens acquired from the environment. Regular bathing helps to clear sweat, dead skin, and microbial buildup on the body. Oral hygiene through brushing and flossing prevents dental plaque and halitosis caused by bacterial activity in the mouth. Clean, trimmed nails discourage the accumulation of dirt and microbes under the fingernails. Care of the scalp and hair prevents lice infestations and fungal infections, especially in humid conditions. Menstrual hygiene is also an important aspect, particularly for adolescent girls and women, to prevent urinary tract infections and skin irritation. For example, a laboratory worker maintaining short nails and routinely washing hands between specimen handling demonstrates essential personal hygiene in a microbiology setting.

1.1.2 Community Hygiene

Community hygiene refers to the organized efforts made collectively by members of a society to ensure cleanliness in the environment they share. This includes proper disposal of garbage and liquid waste, control of vectors such as flies and mosquitoes, and maintenance of drainage systems. When communities have access to clean drinking water, functional toilets, and effective waste collection services, the overall disease burden decreases significantly. Community hygiene also involves awareness campaigns and health education to encourage hygienic behaviour among residents.

An example of effective community hygiene is the implementation of a waste segregation system in urban residential societies, which helps reduce bacterial growth in mixed garbage and promotes recycling and composting. Additionally, the construction of public toilets in rural areas under government schemes such as the

Swachh Bharat Mission has significantly reduced open defecation, a major source of enteric infections and environmental contamination.

1.1.3 Medical Hygiene

Medical hygiene involves a strict set of procedures followed in healthcare settings to reduce the risk of infections to patients and staff. This includes practices such as sterilization of surgical tools, regular disinfection of hospital surfaces, use of personal protective equipment like gloves and masks, and adherence to proper waste disposal protocols. Hand hygiene is critical in hospitals, especially in high-risk areas such as intensive care units and operating theatres. For instance, a nurse washing hands with antiseptic solution between two patient interactions helps to prevent cross-infection.

Similarly, autoclaving instruments used in surgery eliminates bacterial spores and ensures sterile conditions. Isolation wards for patients with contagious diseases such as tuberculosis or COVID-19 are part of medical hygiene infrastructure that prevents nosocomial transmission. Biomedical waste, including used syringes, blood-soaked dressings, and culture plates, is disposed of in color-coded containers and processed via incineration or chemical treatment to avoid environmental hazards and disease transmission.

1.1.4 Culinary Hygiene

Culinary hygiene, also referred to as food hygiene, deals with the cleanliness and safety of food from its preparation to consumption. It includes safe handling of raw ingredients, prevention of cross-contamination, cooking at appropriate temperatures, and proper storage to prevent microbial growth. Using clean utensils and surfaces, washing vegetables thoroughly, and ensuring that cooked food is not exposed to flies or dust are fundamental measures. For example, in a canteen kitchen, separate chopping boards for raw meat and vegetables help avoid the transfer of *Salmonella* or *E. coli* from contaminated meat to ready-to-eat foods. Storing perishable items in refrigeration below 5°C slows down bacterial multiplication. Equally important is the use of clean water for cooking and drinking; untreated water may harbour pathogens like *Vibrio cholerae* or *Giardia lamblia*. In food microbiology, maintaining culinary hygiene is essential to avoid foodborne illnesses and ensure the microbial safety of meals served in public institutions or food establishments.

1.1.5 WASH Programme – Water, Sanitation and Hygiene

The WASH programme is a globally recognized public health initiative aimed at ensuring access to safe water, proper sanitation facilities, and the adoption of hygienic practices. The acronym WASH stands for Water, Sanitation, and Hygiene, three pillars that are deeply interconnected and collectively critical to preventing disease transmission, especially in low-resource settings. From a microbiological perspective, the WASH programme plays a fundamental role in controlling waterborne, faecal-oral, and contact-transmitted infections, all of which are directly influenced by environmental cleanliness and personal behaviour.

Water is the first and most essential component of the WASH framework. Safe drinking water must be free from pathogenic organisms, heavy metals, and chemical contaminants. Contaminated water is one of the primary carriers of

microbial diseases such as cholera, typhoid fever, hepatitis A and E, amoebiasis, and various diarrheal illnesses. In microbiological terms, the presence of faecal indicator organisms such as *Escherichia coli* in drinking water signifies the potential presence of pathogens. Thus, ensuring a microbiologically safe water supply requires source protection, treatment methods such as chlorination or filtration, and regular monitoring of water quality using standardized testing procedures. Water must also be accessible in sufficient quantity for drinking, handwashing, cooking, and cleaning. This is especially important in schools, hospitals, and refugee settlements where crowding can enhance the spread of infections if water availability is limited.

Sanitation refers to the safe management of human waste, including the use of toilets, treatment of sewage, and proper disposal of excreta and related materials. Poor sanitation leads to open defecation and contamination of water bodies, soil, and food, which in turn facilitates the transmission of pathogens such as *Shigella*, *Vibrio cholerae*, *Entamoeba histolytica*, and various helminths. Sanitation infrastructure includes household latrines, community toilets, drainage systems, and faecal sludge treatment facilities. In microbiology, sanitation is significant not only because it prevents the dispersal of pathogens but also because it limits the breeding of disease vectors like flies and rodents. The construction of twin-pit latrines in rural settings has proven to be a cost-effective method of reducing open defecation and breaking the faecal-oral route of infection. Moreover, sanitary disposal of used menstrual products and safe handling of infant feces are critical components of effective sanitation practices that often go overlooked.

Hygiene encompasses the behavioural aspect of the WASH programme and is the most direct and personal layer of defence against infectious diseases. It involves personal cleanliness practices such as regular handwashing with soap, food hygiene, safe storage of drinking water, and environmental cleaning. Among these, hand hygiene is the most universally promoted intervention, especially after using the toilet and before handling food. Microbiologically, handwashing with soap has been proven to remove transient pathogens from the skin, including bacteria such as *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, and enteric viruses like norovirus. Hygiene education is central to achieving sustainable behaviour change, and its inclusion in school curricula, health worker training, and public awareness campaigns forms a key part of WASH implementation strategies.

The WASH programme is particularly important in healthcare settings and schools. In hospitals, inadequate water supply, contaminated equipment, and poor sanitation facilities contribute to hospital-acquired infections, which are often caused by antibiotic-resistant organisms. The WASH initiative in healthcare aims to establish proper hand hygiene stations, safe waste disposal, sterilized instruments, and clean water access for both patients and staff. In schools, WASH infrastructure contributes to regular attendance, especially among girls, and improves the overall learning environment. By integrating menstrual hygiene management, safe toilets, and handwashing points, schools can effectively reduce the spread of communicable diseases such as conjunctivitis, influenza, and intestinal infections.

From a development standpoint, the WASH programme aligns closely with several Sustainable Development Goals, particularly SDG 6, which targets universal access to water and sanitation. It also indirectly supports goals related to health, education, gender equality, and climate resilience. For microbiologists, the WASH programme provides a clear context where laboratory findings, fieldwork, and community outreach intersect.

Testing for waterborne pathogens, evaluating the effectiveness of disinfection techniques, assessing microbial contamination of surfaces, and guiding antibiotic stewardship in hospital settings are all areas where WASH and microbiology converge.

In conclusion, the WASH programme represents an essential interface between environmental health and microbiological safety. It reinforces the need for clean water, proper waste disposal, and personal hygiene as non-negotiable elements of public health. For students of microbiology, understanding WASH is not only important from a theoretical perspective but also critical in designing, evaluating, and supporting real-world interventions that aim to prevent disease and promote healthy living conditions in diverse populations

1.1 Rural Community Health

(Including Village Health Sanitation & Nutrition Committee – VHSNC)

Rural community health refers to the organized efforts and interventions aimed at improving the physical, social, and mental well-being of people living in villages and remote areas. Due to limited access to healthcare infrastructure in rural regions, community-based initiatives and participatory approaches play a crucial role in maintaining public health. Health education, disease prevention, sanitation improvement, nutrition awareness, and timely medical referrals form the foundation of rural health management.

A vital component of this structure is the *Village Health Sanitation and Nutrition Committee* (VHSNC), which operates at the village level under the National Rural Health Mission (NRHM). This committee functions as a platform for community participation and convergence of various developmental activities. The VHSNC is usually composed of elected members of the Gram Panchayat, ASHA workers, Anganwadi workers, teachers, and community representatives, especially from disadvantaged groups.

The key role of the VHSNC is to assess and monitor local health concerns, plan village-level health activities, and ensure proper utilization of untied funds provided for minor health interventions. It promotes awareness about hygiene, drinking water safety, maternal and child health, and nutrition. The committee facilitates identification of malnourished children, supports immunization drives, tracks pregnant women, and encourages institutional deliveries. It also helps in maintaining records of births and deaths and ensures village-level data is reported for further planning. Moreover, VHSNCs conduct household visits, organize cleanliness drives, and supervise the functioning of local healthcare providers. Their coordinated efforts contribute to reducing disease burden and improving the overall quality of life in rural settings.

1.2.1 Accredited Social Health Activist (ASHA)

An Accredited Social Health Activist, commonly known as ASHA, is a community health volunteer appointed under the National Health Mission (NHM). Selected from within the community she serves, the ASHA is a female resident of the village, preferably educated up to Class 8 or higher, and trained in basic healthcare delivery.

The ASHA acts as a bridge between the public health system and the rural population. Her responsibilities include creating awareness on health and nutrition, promoting small family norms, ensuring child immunization, and supporting maternal and childcare practices. She plays a critical role in mobilizing pregnant women for antenatal checkups, institutional deliveries, and postnatal care. ASHA workers also provide basic medicines for common ailments like diarrhoea, fever, and respiratory infections, and are often the first point of contact for preventive and curative services.

In addition to these functions, ASHAs are actively involved in identifying outbreaks, assisting in vector control programs, supporting tuberculosis and leprosy detection, and facilitating access to government health schemes such as Janani Suraksha Yojana and Ayushman Bharat. They also maintain health registers, support family planning initiatives, and participate in health-related data collection. Since they operate at the grassroots level, ASHAs are vital to strengthening public health delivery in remote and underserved areas.

1.2.3 Village Health and Nutrition Day (VHND)

Village Health and Nutrition Day is a monthly outreach event organized at the village or Anganwadi level to deliver essential health and nutrition services to the rural population. It is typically conducted on a fixed day of the month and is attended by ASHA workers, Anganwadi workers, Auxiliary Nurse Midwives (ANMs), and VHSNC members. The purpose of VHND is to bring preventive and promotive healthcare services closer to the community.

On this day, services such as antenatal check-ups, immunization of children and pregnant women, growth monitoring of infants, distribution of iron and folic acid tablets, and health education sessions are carried out. Nutrition counselling, awareness on breastfeeding, sanitation practices, and family planning are also key areas of focus. VHNDs serve as a platform for community dialogue on health concerns and offer an opportunity to educate the public on government health programs and entitlements.

These sessions also help in identifying children with severe acute malnutrition, monitoring high-risk pregnancies, and following up on chronic illnesses. The visibility and consistency of VHNDs foster trust in public health services and reinforce the importance of preventive healthcare among rural families.

1.2.4 Rogi Kalyan Samitis (RKS)

Rogi Kalyan Samitis, also known as Hospital Management Committees, are institutional bodies established to improve the quality of services in public health facilities through community involvement and decentralized decision-making. These samitis are registered societies that function at primary health centres (PHCs), community health centres (CHCs), and district hospitals. They comprise local elected representatives, health officials, Panchayati Raj members, and civil society representatives.

The primary objective of an RKS is to ensure accountability and transparency in the management of healthcare institutions. The Samiti is responsible for overseeing hospital cleanliness, infrastructure maintenance, grievance redressal, and efficient utilization of funds. It manages untied funds provided to the health facility and uses them

for immediate needs like repair of medical equipment, procurement of essential medicines, or improvement of patient amenities such as drinking water, waiting areas, and toilets.

RKS members meet regularly to assess service delivery, identify gaps, and formulate local-level solutions. By encouraging patient feedback and involving the community in health governance, these committees aim to enhance trust in public hospitals and promote equitable access to healthcare. They also facilitate partnerships with non-governmental organizations and promote innovations in local health service delivery.

1.3 Community & Personal Hygiene

Community hygiene refers to the collective efforts by a group of people living in a locality to maintain cleanliness and prevent disease. It involves the proper disposal of waste, clean water supply, sanitation facilities, and health education to control the spread of infections. Personal hygiene, on the other hand, relates to the practices an individual adopts to keep their body clean and healthy. These include regular bathing, hand washing, oral hygiene, and wearing clean clothes. Both community and personal hygiene are interlinked, as personal habits contribute to the overall health of the community. Microbiologically, maintaining hygiene reduces the risk of transmitting pathogenic microorganisms that cause diseases such as cholera, typhoid, and diarrhoea. Public health programs emphasize education on hygiene to control communicable diseases and improve quality of life.

1.3.1 Environmental Sanitation

Environmental sanitation involves managing the environment to reduce exposure to factors that can cause disease or discomfort. It includes waste management, control of water pollution, proper sewage disposal, and maintaining clean surroundings. Good environmental sanitation helps break the chain of infection by eliminating breeding grounds for vectors like mosquitoes and flies, which carry pathogens. It also ensures the availability of safe drinking water and reduces air pollution. Sanitation measures in the environment are critical in controlling diseases such as malaria, dengue, cholera, and respiratory infections. Proper environmental sanitation contributes not only to public health but also to the aesthetic and economic development of a community.

1.3.4 Sanitation in Public Places

Sanitation in public places is essential to prevent the spread of diseases among large groups of people. Public places such as markets, schools, bus stops, and parks require regular cleaning, availability of waste bins, and safe sanitation facilities like toilets. The presence of proper sanitation infrastructure prevents contamination of food and water sources, reducing outbreaks of foodborne and waterborne diseases. Inadequate sanitation in public areas can lead to increased transmission of infections and environmental pollution. Proper maintenance, public awareness, and government regulations play vital roles in ensuring sanitation standards in these locations. Such measures promote hygiene and protect public health in crowded environments.

UNIT 2.0 HYGIENE AND MICROORGANISMS

2.1 Hygiene Indicator Microorganisms

In the study of microbiology, particularly in fields related to public health, environmental sanitation, water quality, and food safety, the concept of hygiene indicator microorganisms plays a crucial role. These are specific groups or species of microorganisms that serve as indirect evidence of the hygienic condition or sanitary quality of a given environment, surface, substance, or product.

These microorganisms do not necessarily cause diseases themselves in every instance, but their presence usually signals that conditions are favorable for the survival or presence of pathogenic microbes. In many cases, the detection of indicator organisms is easier, faster, and more practical than testing directly for every possible pathogen, which may be present in low numbers or intermittently.

The selection of a suitable hygiene indicator organism is based on several criteria. It should be present whenever the target pathogen is present. It must survive at least as well as the pathogen under various environmental conditions, including disinfection and storage. It should be easy to culture, identify, and quantify in routine laboratory conditions. Also, it must not multiply significantly outside of the host or original contaminated environment, which helps in accurate tracing.

One of the most commonly used indicator organisms is **Escherichia coli (E. coli)**. It belongs to the coliform group and is a normal inhabitant of the intestinal tract of warm-blooded animals. Its presence in water, food, or surfaces strongly indicates recent fecal contamination. Since E. coli does not usually survive long in external environments, its detection often suggests fresh contamination. Other coliform bacteria like *Enterobacter*, *Klebsiella*, and *Citrobacter* are also monitored, but they are less reliable as exclusive fecal indicators, as some can survive or even grow in natural environments.

In addition to coliforms, **Enterococci** or fecal streptococci, especially *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium*, are used as indicators of fecal contamination, particularly in marine and recreational waters. They are more resistant to environmental stresses and chlorination than coliforms and often persist longer, making them valuable for certain water quality assessments.

Clostridium perfringens, an anaerobic, spore-forming bacterium, is another useful indicator, particularly when assessing historical or long-standing contamination. Its spores are highly resistant to environmental stresses and treatment processes. Thus, their presence indicates not only fecal contamination but also the survival of resilient microbial forms despite standard treatment.

In the food industry, the **Total Plate Count (TPC)** or **Aerobic Colony Count (ACC)** is used to assess the overall microbial load on surfaces, equipment, or raw materials. High counts may not always indicate pathogenic presence but reflect poor sanitation, inefficient cleaning, or improper handling. Specific tests for **Staphylococcus aureus**, **Listeria monocytogenes**, and **Salmonella** are used when assessing hygiene in processing units for meat, dairy, and ready-to-eat foods.

Air quality monitoring often uses **fungal spores** such as those of *Aspergillus*, *Penicillium*, and **bacterial aerosols**, especially Gram-positive cocci, to assess

cleanliness in hospital environments, laboratories, and pharmaceutical production units.

The monitoring of hygiene indicator organisms is not limited to presence or absence testing. It extends to quantitative analysis, trend evaluation, and corrective actions in industrial and public health settings. Regular microbial surveillance using these indicators helps in ensuring compliance with sanitation standards, preventing disease outbreaks, and maintaining consumer safety.

In conclusion, hygiene indicator microorganisms are indispensable tools in modern microbiology for assessing cleanliness and sanitary practices. Their use enhances the reliability of monitoring programs and reduces the risk associated with undetected contamination.

2.2 Good Hygiene Practices – Reducing the Spread of Infections and Viruses

The importance of good hygiene practices in controlling the spread of infectious diseases and viral outbreaks is both foundational and far-reaching. In microbiology, hygiene is not limited to personal cleanliness alone but extends to domestic, occupational, and institutional settings, all of which serve as key battlegrounds against microbial transmission. The aim of such practices is to break the chain of infection by controlling the routes through which pathogenic microorganisms are transmitted.

Infections and viruses often spread through several direct and indirect pathways. These include physical contact with contaminated hands, surfaces, water, air, or food. Respiratory viruses such as influenza or SARS-CoV-2 are transmitted primarily through droplets and aerosols, while enteric viruses such as norovirus and rotavirus spread via the fecal–oral route. Thus, hygiene interventions must be tailored to address the specific mode of transmission for each group of pathogens.

Hand hygiene is the most critical and universally accepted component in infection control. Regular handwashing with soap and water or alcohol-based hand rub significantly reduces the microbial load on the skin surface. This simple yet powerful act, when done correctly and frequently—especially before eating, after using the toilet, or after contact with potentially contaminated materials—prevents pathogens from entering the body or spreading to others.

Respiratory hygiene and cough etiquette also play an essential role in infection prevention. Covering one's mouth and nose while sneezing or coughing, preferably with a disposable tissue or the inside of the elbow, helps prevent airborne spread. Immediate disposal of used tissues and proper hand hygiene afterward are necessary adjuncts to these practices.

Environmental hygiene includes regular cleaning and disinfection of frequently touched surfaces such as doorknobs, railings, light switches, mobile devices, and public-use articles. In clinical or laboratory settings, surfaces should be disinfected using agents that are proven to be virucidal or bactericidal, depending on the risk level.

Food hygiene is another major pillar in the reduction of infections, particularly those caused by enteric pathogens. Proper cooking, storage, handling, and avoidance of cross-contamination in kitchens are essential. The use of potable water, clean utensils, and personal protective gear such as gloves and aprons in food preparation areas is recommended in both domestic and commercial environments.

Personal hygiene practices such as daily bathing, use of clean clothes, trimmed nails, and oral hygiene are foundational in preventing not only self-infection but also the

spread of infectious agents to close contacts. In crowded settings such as hostels, barracks, and shared accommodations, these habits become particularly crucial.

Waste disposal and sanitation must also be addressed under good hygiene. Safe and prompt disposal of human waste, biomedical waste, and domestic garbage prevents the breeding of vectors such as flies, rodents, and mosquitoes. This limits the spread of vector-borne infections and reduces environmental contamination.

In healthcare settings, standard precautions include the use of personal protective equipment (PPE), sterilization of instruments, safe injection practices, and isolation of infected patients. Training healthcare workers and laboratory technicians in infection control protocols is an institutional hygiene responsibility.

During pandemics or large-scale viral outbreaks, hygiene practices extend to community-wide behavioral changes, such as avoiding handshakes, maintaining physical distance, and adhering to mask usage in public. Public health education, accessible sanitation facilities, and availability of hygiene resources are necessary supports for large-scale hygiene adoption.

In conclusion, good hygiene practices are simple, cost-effective, and powerful methods for reducing the spread of infections and viruses. From personal routines to institutional policies, hygiene must be internalized as a daily responsibility supported by microbiological understanding and public health commitment.

2.2.1 WHO Guidelines – Good Hygiene Practices to Prevent Infections and Viruses

The World Health Organization (WHO) provides evidence-based guidelines to promote hygiene as a central strategy for infection prevention in both community and healthcare settings. These recommendations are structured around key domains where hygiene plays a critical role.

1. Hand Hygiene

- Perform hand hygiene frequently with soap and water (at least 20 seconds) or with an alcohol-based hand rub (containing 60–95% alcohol).
- Critical moments include: before eating or preparing food, after using the toilet, after coughing or sneezing, before and after patient care, and after touching contaminated surfaces.

2. Respiratory Hygiene

- Cover mouth and nose with a bent elbow or tissue when coughing or sneezing.
- Dispose of tissues immediately and wash hands afterward.
- Wear a well-fitted mask in crowded, enclosed, or poorly ventilated spaces during outbreaks of airborne viruses.

3. Surface and Environmental Cleaning

- Clean and disinfect frequently touched surfaces (e.g., doorknobs, light switches, workstations) at least once daily using EPA- or WHO-recommended disinfectants such as 0.1% sodium hypochlorite or 70% alcohol.
- High-touch areas in hospitals and public spaces should be cleaned more frequently.

4. Food Hygiene

- Follow the WHO “Five Keys to Safer Food”: keep clean, separate raw and cooked food, cook thoroughly, store food at safe temperatures, and use safe water and raw materials.
- Avoid food prepared in unhygienic conditions and ensure kitchen staff follow hygiene protocols.

5. Water, Sanitation, and Hygiene (WASH)

- Access to safe drinking water and proper sanitation is essential.
- Promote community-level infrastructure for clean toilets, handwashing stations with soap, and safe waste disposal.
- Schools and workplaces should have functional handwashing facilities.

6. Healthcare-Specific Practices

- Apply “Standard Precautions” for all patients: hand hygiene, use of PPE, respiratory etiquette, proper waste handling, and equipment sterilization.
- Isolate patients with known or suspected infectious diseases.
- Train healthcare workers in infection prevention and control (IPC) practices.

7. Public Education and Community Engagement

- Educate communities about hygiene practices through public health campaigns.
- Ensure that hygiene supplies (soap, hand rub, masks) are accessible, especially in low-resource settings.

2.3 Environmental Pathogenic Microorganisms

Environmental pathogenic microorganisms are disease-causing microbes that persist, survive, or proliferate in various natural or man-made environments outside the human or animal host. These include bacteria, viruses, protozoa, fungi, and helminths that are capable of infecting humans and animals through different environmental routes such as air, water, soil, and fomites. Many of these organisms originate from fecal contamination, decaying organic matter, or improperly managed waste, and are typically transmitted through inhalation, ingestion, or direct contact.

In water environments, common pathogenic bacteria include *Escherichia coli* (especially E. coli O157:H7), *Salmonella* spp., *Vibrio cholerae*, and *Shigella* spp. These organisms are frequently responsible for gastrointestinal diseases, dysentery, cholera, and foodborne infections. Waterborne protozoans such as *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica*, and *Cryptosporidium parvum* are highly resistant to chlorination and cause persistent diarrheal illnesses, particularly in immunocompromised individuals. Among viruses, enteric viruses like norovirus, rotavirus, hepatitis A virus, and poliovirus are environmentally stable and capable of causing widespread outbreaks through contaminated water and food sources.

Soil acts as a reservoir for several pathogenic fungi and bacteria. Fungi like *Histoplasma capsulatum*, *Coccidioides immitis*, and *Blastomyces dermatitidis* produce spores that, when inhaled, can cause respiratory infections and systemic mycoses. Similarly, *Clostridium tetani* and *Clostridium perfringens* are spore-forming bacteria

commonly found in soil, leading to tetanus and gas gangrene respectively when introduced into deep wounds.

Airborne transmission is particularly significant for respiratory pathogens. *Mycobacterium tuberculosis*, *Legionella pneumophila*, *Bacillus anthracis*, and fungal spores such as *Aspergillus* spp. are inhaled as aerosols or dust particles. These organisms may remain viable for long periods in the environment, depending on humidity, temperature, and the presence of organic material that shields them from sunlight or desiccation.

Pathogens in the environment are also affected by biotic factors such as microbial competition and predation, and abiotic factors such as temperature, pH, UV light, moisture, and the presence of chemicals or disinfectants. Some environmental pathogens form biofilms on surfaces such as medical devices, water pipelines, and industrial equipment, giving them added protection and persistence.

Monitoring the presence of pathogenic microorganisms in the environment is essential for public health. Detection methods may include culturing on selective media, immunological assays, molecular techniques like PCR, and environmental surveillance systems for early outbreak detection. Control measures involve proper sanitation, wastewater treatment, solid waste management, and health education to reduce exposure and interrupt transmission routes.

Understanding the ecology of environmental pathogenic microorganisms is critical not only for infection prevention and control but also for designing sustainable public health policies and strategies, particularly in densely populated and resource-limited settings

2.4 Vaccination

Vaccination is a deliberate and controlled process of stimulating an individual's immune system to develop protection against a specific infectious disease. It involves the administration of a vaccine, which contains antigens derived from microorganisms either in weakened, inactivated, or subunit form that mimic the disease-causing agent without causing the actual disease. This exposure trains the immune system to recognize, respond to, and remember the pathogen, so that future encounters with the same organism are handled swiftly and effectively.

The primary goal of vaccination is to prevent illness by inducing active immunity. Once vaccinated, the immune system produces memory cells and antibodies that persist for varying periods, depending on the nature of the vaccine and the individual's immune response. Some vaccines provide lifelong protection after a single dose, while others require booster doses to maintain immunity. There are different types of vaccines including live attenuated, inactivated (killed), toxoid, subunit, conjugate, mRNA, and vector-based vaccines. Each type has its own method of stimulating the immune response and is chosen based on safety, efficacy, and suitability for the target population.

Live attenuated vaccines, such as those used against measles, mumps, and rubella, contain weakened forms of the pathogen that replicate to a limited extent in the host. These vaccines provide strong and long-lasting immunity but are not recommended for immunocompromised individuals. In contrast, inactivated vaccines contain pathogens that have been killed and cannot replicate. While they are safer for all individuals, they often require multiple doses for sustained immunity. Subunit and

conjugate vaccines include only specific parts of the pathogen, such as proteins or polysaccharides, and are designed to elicit targeted immune responses with minimal side effects.

The concept of herd immunity is closely linked to vaccination. When a large proportion of the population is vaccinated, the spread of the disease is significantly reduced, thereby protecting individuals who cannot be vaccinated due to age, allergies, or medical conditions. Vaccination is therefore not only an individual health measure but also a collective responsibility that contributes to public health.

The history of vaccination dates to Edward Jenner's smallpox vaccine in 1796, which laid the foundation for modern immunology. Since then, vaccines have played a major role in controlling, eliminating, or eradicating infectious diseases. Smallpox has been globally eradicated, and diseases like polio, diphtheria, and tetanus have been brought under control in many regions due to successful immunization programmes. In recent years, vaccine technology has advanced significantly, with the development of recombinant vaccines and mRNA vaccines such as those used against COVID-19, which have demonstrated high efficacy and rapid scalability.

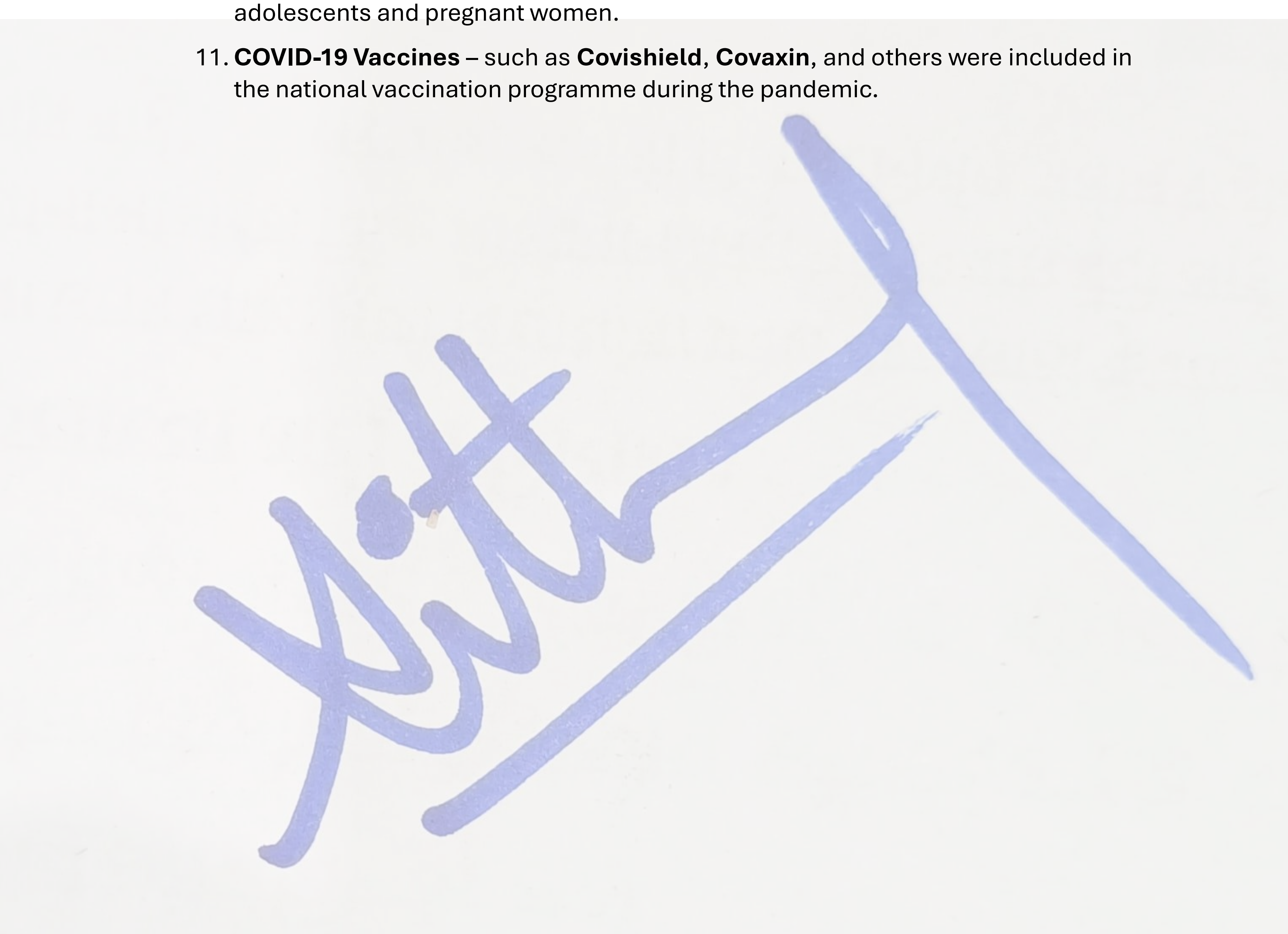
Despite its proven success, vaccination faces challenges such as misinformation, vaccine hesitancy, cold-chain logistics, and limited access in certain regions. Addressing these issues through public awareness, education, and policy support is essential for maintaining global health security.

In the context of microbiology, vaccination represents a practical application of immunological principles. It also serves as a critical tool in epidemiology, infection control, and biomedical research. Understanding how vaccines are developed, how they interact with the immune system, and how they influence disease dynamics is essential for microbiology students, particularly in the backdrop of emerging infectious threats and global health initiatives.

2.4.1 Examples of Vaccines under Government of India Vaccination Programme:

1. **BCG Vaccine** – protects against **tuberculosis** (particularly severe forms like TB meningitis and miliary TB).
2. **Oral Polio Vaccine (OPV)** – protects against **poliomyelitis**.
3. **Inactivated Polio Vaccine (IPV)** – injectable form to enhance protection against **polio**.
4. **Pentavalent Vaccine** – a combination vaccine that protects against **five diseases**:
    - Diphtheria
    - Pertussis (whooping cough)
    - Tetanus
    - Hepatitis B
    - Haemophilus influenzae type b (Hib)
5. **Rotavirus Vaccine** – protects against **rotavirus diarrhea**, a major cause of severe diarrheal illness in infants.

6. **Pneumococcal Conjugate Vaccine (PCV)** – protects against **pneumonia**, **meningitis**, and **sepsis** caused by *Streptococcus pneumoniae*.
7. **Measles and Rubella (MR) Vaccine** – a combined vaccine to protect against **measles** and **rubella (German measles)**.
8. **Japanese Encephalitis (JE) Vaccine** – administered in JE-endemic regions to protect against **viral brain infection**.
9. **Tetanus Toxoid (TT) Vaccine** – given to pregnant women to protect against **maternal and neonatal tetanus**.
10. **Td Vaccine (Tetanus and Diphtheria)** – replaces TT in many regions, given to adolescents and pregnant women.
11. **COVID-19 Vaccines** – such as **Covishield**, **Covaxin**, and others were included in the national vaccination programme during the pandemic.



UNIT 3.0 FOOD AND SAFETY

3.1 Microbial Contamination of Food and Spoilage of Food

Microbial contamination of food refers to the unintended presence of harmful microorganisms in food materials at any stage of handling, processing, storage, or distribution. These microorganisms, which include bacteria, fungi, yeasts, and viruses, are capable of compromising food quality, altering its sensory properties, and in many cases, rendering it unsafe for human consumption.

Food spoilage is largely a consequence of microbial metabolism. When microbes colonize a food substrate, they utilize available nutrients for their growth and in the process release by-products that alter the chemical, physical, and organoleptic properties of food. Common signs of spoilage include souring, foul odours, gas formation, discoloration, and texture changes. Spoilage does not always imply pathogenicity; not all spoilage organisms cause disease. However, spoilage is often an indicator of potential contamination and reduced shelf-life.

Different types of food support the growth of different microbial species based on their moisture content, nutrient availability, pH, redox potential, and storage conditions. For instance, high-protein foods like meat and dairy are particularly prone to bacterial spoilage, while acidic foods such as fruits may be more susceptible to yeast and mold growth.

Bacteria such as *Pseudomonas*, *Lactobacillus*, *Clostridium*, and *Bacillus* are frequently implicated in spoilage, depending on the food type and storage environment. Fungi such as *Aspergillus*, *Penicillium*, and *Rhizopus* often grow on cereals, breads, and fruits, especially under moist and warm conditions.

Some organisms, such as *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, and *Escherichia coli* O157:H7, are pathogenic and can cause foodborne illnesses. Their presence may or may not be accompanied by visible spoilage, which makes microbial food safety a distinct concern from mere spoilage.

Proper food safety protocols—such as refrigeration, pasteurization, drying, salting, vacuum packaging, and hygienic handling—aim to reduce microbial contamination and extend the shelf life of food products.

3.1.1 Contamination of Food from Air, Water, Soil, and Sewage

Food can become contaminated by microorganisms from a variety of environmental sources, even before processing or handling begins. These sources often act as reservoirs or carriers of microbial populations capable of compromising food quality and safety.

Air is not a sterile medium and contains suspended particles laden with bacteria, fungal spores, and sometimes viruses. Open-air markets, unfiltered ventilation in food processing areas, and inadequate air control in storage facilities can

lead to microbial deposition on exposed food surfaces. Common airborne contaminants include spores of *Aspergillus*, *Penicillium*, and bacteria such as *Micrococcus* and *Bacillus*. The risk increases in humid environments, where fungal growth is promoted.

Water used in food processing, cleaning, irrigation, or as an ingredient can introduce a wide range of microorganisms, particularly when untreated or inadequately chlorinated. Contaminated water is a known vehicle for pathogens such as *Vibrio cholerae*, *Salmonella*, *Shigella*, and enteric viruses. Irrigation with wastewater or improperly maintained water systems in food processing plants contributes significantly to this mode of contamination.

Soil is a natural habitat for a broad spectrum of microbes, many of which are harmless, but some are capable of causing spoilage or disease. Fruits and vegetables, which come in direct contact with soil, often carry bacteria like *Clostridium botulinum* or *Listeria*, and fungal spores. Improper washing or handling during harvesting and post-harvest storage may allow these contaminants to persist.

Sewage, both treated and untreated, presents a serious contamination hazard, especially in areas where sanitation is poor or where food is grown using sewage sludge as fertilizer. Raw sewage contains high loads of pathogenic organisms including *E. coli*, *Hepatitis A virus*, *Norovirus*, and protozoan cysts. Even treated sewage, if not managed properly, may retain pathogens that survive standard processing methods. Contamination from sewage most commonly occurs through cross-connections in water supply lines, improper waste disposal near food production sites, or flooding events.

The presence of any of these environmental contaminants underscores the importance of preventive control measures throughout the farm-to-fork chain. Sanitation, controlled handling environments, water quality monitoring, and soil treatment protocols must be enforced to reduce the microbial risks associated with food production and distribution.

3.2 Adulteration of Food

Food adulteration refers to the intentional addition or substitution of inferior substances to food items or the removal of valuable constituents in order to increase bulk or shelf life, reduce cost, or create artificial appearances. This practice compromises the safety, nutritional value, and quality of food and may lead to severe health consequences.

A wide variety of common food adulterants are encountered in the market, many of which are not only economically fraudulent but also toxic to human health. For instance, the addition of metanil yellow, a non-permitted synthetic dye, to turmeric powder or pulses enhances the appearance but can cause neurotoxicity and damage to internal organs. Similarly, milk is often diluted with water, and starch may be added to

restore thickness. This not only reduces its nutritional value but may also lead to gastrointestinal disturbances. Brick powder is occasionally mixed with chili powder to give a rich red hue; if consumed over time, this can cause irritation of the digestive tract.

Detection of adulterants is feasible through simple laboratory or household tests. For example, the addition of starch to milk can be confirmed by adding a few drops of iodine; a blue color indicates its presence. Chalk powder in flour or sugar can be identified by adding a few drops of dilute hydrochloric acid, which produces effervescence if the adulterant is present due to the release of carbon dioxide. Detection of artificial colors in food grains can be carried out by placing a small quantity in water; if the water turns colored, the grain is likely adulterated.

Other typical adulterants include lead chromate in turmeric, which is highly toxic and can lead to kidney damage; argemone oil mixed with mustard oil, which may cause epidemic dropsy; and soapstone or white powdered chalk added to sugar. These substances are not merely contaminants but are active threats to human health, particularly when consumed over long periods.

Adulteration is not restricted to spices or condiments. Tea leaves may be coated with iron fillings to increase weight or colored with Prussian blue to enhance visual appeal. Coffee powder is sometimes adulterated with tamarind seed powder, which not only alters the taste but may also be hard on digestion.

Thus, awareness, combined with microbiological testing and simple chemical methods, forms the backbone of food adulterant detection. This is a key concern in food safety and public health surveillance.

3.2.1 Food Adulteration Act and its Stringent Implementation

In response to the rising concern over adulterated food, the Government of India enacted the **Prevention of Food Adulteration Act, 1954**, which later evolved under the umbrella of the **Food Safety and Standards Act (FSSA), 2006**, enforced by the **Food Safety and Standards Authority of India (FSSAI)**. These legal frameworks are designed to protect public health by regulating the manufacture, storage, distribution, sale, and import of food products to ensure they are safe and free from contamination.

Under these laws, adulteration is defined not only in terms of the addition of harmful substances but also includes substandard packaging, false labeling, or sale of expired goods. The legislation allows for both civil and criminal penalties, including heavy fines, cancellation of licenses, and imprisonment for deliberate and repeated offenders.

The Food Safety and Standards Act brought a more comprehensive and science-based approach to food regulation. It introduced strict standards for permissible additives, microbial load, permissible residues of pesticides, and hygiene protocols for food handlers. Food inspectors, now called Food Safety Officers, are empowered to conduct random sampling from markets, food processing units, and retail outlets. If a

food item fails quality testing in accredited laboratories, punitive measures are enforced.

An important feature of the implementation is public participation. Consumer education and awareness programs are encouraged, and grievance redressal mechanisms are made accessible. For example, mobile food testing vans and online complaint portals allow citizens to report suspicious food products directly to the authorities.

In recent years, stringent implementation has led to periodic nation-wide drives and seizures of adulterated goods. For example, during festival seasons, food inspection teams intensify checks on sweets and dairy products, which are vulnerable to contamination with cheap synthetic colors and unapproved preservatives. The licensing system under FSSAI has also made it mandatory for food business operators to maintain records of sourcing, processing, and sale, ensuring traceability.

While the legal framework is robust, its success relies on strict enforcement, interdepartmental coordination, and continuous public vigilance. Microbiologists play a vital role in supporting these regulations by analyzing food samples for microbial contamination and biochemical irregularities.

3.2.2 Food Hygiene

Food hygiene encompasses the various practices and conditions necessary to prevent contamination and ensure the safety of food from farm to fork. It involves maintaining cleanliness at every stage of food handling—harvesting, processing, storing, and serving. A lack of hygiene not only leads to spoilage but may introduce harmful microorganisms capable of causing foodborne illnesses.

Milk hygiene is especially critical as milk is a perishable and nutrient-rich fluid. Improper milking practices, such as unclean utensils, infected udders, or contaminated water used for dilution, lead to microbial contamination with organisms like *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, or *Mycobacterium bovis*. Pasteurization, a heat treatment process, is employed to destroy pathogenic microbes. Milk must be stored at low temperatures and transported in sanitized containers to maintain safety.

In the case of **meat**, hygiene begins with the health of the animal before slaughter. Animals suffering from diseases such as brucellosis or tuberculosis pose a risk to consumers. Post-slaughter, meat must be processed in clean environments, free of flies, rodents, or dust. Failure in hygiene can result in spoilage by *Clostridium perfringens* or contamination with *Salmonella*. Meat should be stored at appropriate temperatures, preferably frozen or chilled, and sold within a limited time frame.

Fish hygiene involves similar concerns. Fish spoil rapidly due to high water activity and the presence of autolytic enzymes. If not stored in ice or kept at low temperatures, fish tissues become soft and discolored and develop foul odors. Contamination with *Vibrio* species or parasites such as *Anisakis* is also a concern,

especially in raw or undercooked seafood. Proper washing, gutting, and icing are essential measures.

When considering **eggs**, contamination can occur both externally through dirty shells and internally from infected hens. *Salmonella enteritidis* is a well-known pathogen associated with eggs. Eggs should be collected promptly, washed with sanitized water, and refrigerated. Cracked or visibly damaged eggs must be discarded, as these offer an easy route for bacterial invasion.

Fruits and vegetables are often consumed raw, making hygiene critical. Contaminants may include pesticide residues, heavy metals from polluted water, or enteric pathogens from animal manure used as fertilizer. Washing fruits and vegetables thoroughly under running water, followed by disinfection with mild solutions like potassium permanganate or dilute vinegar, can reduce microbial load. Leafy vegetables, which trap dust and insects, should be given particular attention during cleaning.

From a microbiological standpoint, food hygiene is central to preventing outbreaks of foodborne illnesses. Students must understand not just the visible aspects of cleanliness but the invisible microbial dynamics that govern food safety. Each food item requires a context-specific hygiene protocol, backed by scientific handling and constant vigilance.

3.3 Food Security

3.3.1 Definition and Concept:

Food security refers to a condition where all people, at all times, have physical, social, and economic access to sufficient, safe, and nutritious food to meet their dietary needs and food preferences for an active and healthy life. It is a multi-dimensional concept that includes availability, access, utilization, and stability of food. While microbiologists are primarily involved in ensuring the safety and quality of food, an understanding of food security helps link microbial control to broader public health and societal outcomes.

3.3.2 Factors Affecting Food Security:

Food security is influenced by a complex interplay of environmental, economic, social, and political factors. Agricultural productivity is one of the primary determinants. Unpredictable weather patterns, droughts, floods, and climate change directly impact the amount and quality of food produced. In addition, post-harvest losses due to microbial spoilage, inadequate storage, and improper handling reduce the effective food supply.

Access to food is another critical component. Even if food is available, it may not reach the people who need it due to lack of transportation, income, or stable market systems. Urban slums and rural isolated communities are particularly vulnerable. Food

affordability also matters—many households may not have sufficient income to purchase nutritious food regularly, especially when market prices fluctuate due to inflation or poor harvests.

Food utilization is affected by health and hygiene factors. A diet lacking in diversity, combined with exposure to foodborne pathogens due to poor sanitation, results in malnutrition and diseases. Microbiological food quality plays a significant role here. The presence of food-spoilage organisms or pathogens such as *Salmonella*, *Listeria*, *E. coli*, or *Clostridium botulinum* can turn a plentiful food supply into a public health risk.

3.3.3 Economics of Food Security:

The economics of food security involves both macro and micro-level considerations. At the national level, government policies regarding subsidies, agricultural investments, land reforms, and pricing mechanisms shape food production and distribution. Countries that depend heavily on food imports are especially vulnerable to global price shocks. On the other hand, countries with strong food processing and storage infrastructure can stabilize supply and minimize waste.

At the household level, income, employment, and education levels determine the ability to purchase and prepare food. Unemployment, underemployment, or informal sector jobs often result in food insecurity. The cycle of poverty and malnutrition continues across generations unless interventions such as school meal programs, subsidized food grains, or nutritional awareness campaigns are implemented.

Local food markets and cooperatives can contribute positively by reducing dependency on distant food supply chains. For example, self-help groups run by rural women often process and sell pickles, papads, or preserved foods, contributing to household income and local food access.

3.3.4 Food Security and Community Development:

Food security cannot be treated in isolation from community development. Nutritional security helps in improving productivity, reducing child mortality, and enhancing learning outcomes among students. When communities have control over their local food systems—such as through community kitchens, urban farming, or farmer-producer collectives—they are more resilient to external shocks like pandemics, conflicts, or crop failures.

Community development programs that integrate food production with health, sanitation, and education services have shown lasting improvements in rural livelihoods. For instance, kitchen garden schemes promoted in tribal schools not only provide fresh vegetables to children but also serve as platforms for awareness about nutrition and soil health.

Community microbiology initiatives can play a supporting role. Training women's groups to detect food spoilage, monitor hygiene in local food processing units, or

conduct awareness campaigns on foodborne diseases contributes to food safety and long-term community health.

3.3.6 Food Security Bill (National Food Security Act, 2013)

i. Background and Objectives:

The Food Security Bill, formally known as the **National Food Security Act (NFSA), 2013**, was enacted by the Government of India to address the persistent problem of hunger and malnutrition in the country. The Act marks a shift from a welfare-based to a rights-based approach in food distribution. It legally entitles up to 75% of the rural population and 50% of the urban population to receive subsidized food grains under the Public Distribution System (PDS).

The primary objective of the NFSA is to provide food and nutritional security by ensuring access to adequate quantity of quality food at affordable prices to people to live a life with dignity. The Act consolidates several existing food-based welfare schemes into a single legal framework.

ii. Key Provisions of the Act:

Under this Act, eligible households are classified as **Priority Households** and **Antyodaya Anna Yojana (AAY)** households. Priority households receive 5 kg of food grains per person per month, whereas AAY households are entitled to 35 kg per family per month. The prices are fixed at Rs. 3 per kg for rice, Rs. 2 per kg for wheat, and Rs. 1 per kg for coarse grains, regardless of market prices.

The Act also mandates nutritional support to pregnant women, lactating mothers, and children. It includes the continuation of the Mid-Day Meal Scheme in schools and the Integrated Child Development Services (ICDS) for children up to six years of age. Pregnant women are also entitled to a maternity benefit of not less than Rs. 6,000.

iii. Grievance Redressal and Transparency:

The NFSA includes provisions for grievance redressal mechanisms at the district and state levels. Social audits, vigilance committees, and mandatory disclosure of PDS data are meant to ensure transparency and prevent corruption or mismanagement in food grain distribution.

iv. Implementation Challenges and Criticisms:

While the NFSA is ambitious in its scope, its implementation has faced challenges. Inaccurate identification of beneficiaries, leakages in the PDS, and issues in the quality of distributed food grains have been reported. Storage and transportation infrastructure, especially in remote areas, remains inadequate.

Moreover, critics argue that the Act focuses heavily on cereal-based nutrition and neglects other components of a balanced diet like proteins, fruits, and vegetables.

There is also concern about the financial burden on the state and central governments in sustaining the scheme.

v. Relevance to Microbiology and Food Safety:

The Food Security Bill indirectly emphasizes the role of food safety, although it is primarily focused on availability and access. For microbiologists, this opens avenues to work on improving the safety of grains stored in godowns, reducing fungal contamination (such as *Aspergillus flavus* producing aflatoxins), and training personnel in food hygiene.

In addition, ensuring microbiological safety in mid-day meals, ICDS-provided foods, and community kitchens run under government schemes can significantly improve the health impact of the Act. Microbiologists can contribute by standardizing microbial testing of food samples, advising on safe cooking practices, and implementing surveillance systems for foodborne disease outbreaks.



UNIT 4.0 PUBLIC HYGIENE AWARENESS

4.1 Public Awareness through Digital Media

In the field of public health, awareness is often the first and most vital line of defense. Over the last decade, especially after the COVID-19 pandemic, digital media has transformed how governments communicate health information to citizens. In India, a wide range of mobile applications have been developed under various health missions and ministries to promote hygiene, early diagnosis, prevention of communicable and non-communicable diseases, and to improve access to medical services. These apps aim to bridge the information gap between the health system and the public by offering verified data, personalized health tracking, facility feedback systems, and even helpline support.

For microbiology students, especially those aspiring to work in public health, epidemiology, hospital infection control, or policy support roles, understanding the utility and function of these platforms is essential. These digital tools also serve as sources of real-time data on disease trends, making them relevant for community-level surveillance and field-based interventions.

i) National Health Portal (NHP) and Swasth Bharat

The National Health Portal is an initiative by the Ministry of Health and Family Welfare to provide citizens with comprehensive, authentic, and up-to-date health-related information. The portal's mobile app is a simplified tool designed to create awareness on hygiene, sanitation, disease prevention, maternal health, and nutrition. The "Swasth Bharat" application, linked to this initiative, features regular updates on health advisories, disease outbreaks, immunization reminders, and community health messages in multiple Indian languages. This is particularly useful in rural outreach programs and awareness drives by health volunteers and NGOs.

ii) No More Tension

This app is designed by the Health Ministry to offer mental health support to the public, particularly focusing on anxiety and stress management. Although not directly concerned with hygiene, mental health awareness is a critical part of overall wellness campaigns. For example, urban slum populations often face chronic stress due to poor sanitation and overcrowding, leading to psychosomatic symptoms. In such cases, apps like No More Tension contribute to the broader definition of public health and community hygiene.

iii) Pradhan Mantri Surakshit Matritva Abhiyan (PMSMA)

This initiative and its associated digital platforms promote institutional antenatal care, particularly for pregnant women in remote or underserved areas. The app facilitates registration for free check-ups on designated days and provides alerts regarding tests, supplements, and hygiene practices during pregnancy. From a

microbiological point of view, this helps reduce maternal and neonatal infections that often result from unhygienic birth practices, inadequate antenatal screening for pathogens, and poor nutrition.

iv) PM Suman Yojana (Surakshit Matritva Aashwasan Abhiyan)

This is a complementary scheme to PMSMA but with a broader objective—guaranteeing respectful, dignified, and hygienic maternity care at public health facilities. While the mobile interface is not a separate app but integrated into state-level dashboards, its inclusion is crucial. It ensures zero tolerance for denial of care and promotes cleanliness, infection control, and awareness among pregnant women about hygiene practices like handwashing, clean toilets, and proper food handling during pregnancy.

v) Mera Aspataal (My Hospital)

This app allows patients and their relatives to provide feedback on the cleanliness, hygiene, and services of hospitals they visit. It is directly relevant to public hygiene because it captures user-generated feedback on infection-prone areas such as washrooms, waiting areas, and wards. Data gathered through this app is analyzed to identify gaps in hospital sanitation and patient handling protocols, thereby supporting infection control strategies and quality improvements.

vi) India Fights Dengue

This application was created to inform citizens about dengue prevention methods, symptoms, treatment centers, and vector control strategies. It includes mapping of breeding sites, larval source reduction techniques, and information about mosquito repellents and window-screening methods. Since dengue is a vector-borne viral infection transmitted by *Aedes aegypti*, the app helps reinforce community participation in maintaining clean water storage, avoiding stagnant water, and reporting high-risk zones to local health departments.

vii) JSK Helpline (Jansankhya Sthirata Kosh)

The JSK Helpline was set up to create awareness about population stabilization and reproductive health. While the mobile app is primarily information-based, its contribution to hygiene awareness comes through its emphasis on menstrual hygiene, contraception safety, sexually transmitted disease prevention, and promotion of sanitary products. This indirectly strengthens personal and community hygiene, especially in adolescent outreach programs.

viii) Ayushman Bhava

This campaign, run with both online and offline components, focuses on increasing public access to government health schemes through community-level events and digital tools. The app helps users locate health camps, immunization drives, and sanitation campaigns under the broader Ayushman Bharat program. For

microbiology students, it reflects the synergy between policy, digital tracking, and field-level hygiene practices that reduce disease transmission.

ix) Arogya Setu

Originally launched during the COVID-19 pandemic, Arogya Setu became one of the most downloaded health apps in India. It used Bluetooth and GPS technology to inform users if they had come in contact with COVID-19 positive individuals. The app also provided tips on respiratory hygiene, surface disinfection, and personal protection equipment (PPE) usage. It was a key tool in digital epidemiology and continues to serve as a case study in rapid public health response.

x) Setu / Covid-19AP

The "Setu" framework evolved into regional applications such as "Covid-19AP" (for Andhra Pradesh), tailored to local containment strategies. These apps featured symptom checkers, hospital locators, and helplines. Importantly, they delivered daily hygiene reminders related to handwashing, mask-wearing, and disinfection. In municipal and slum settings where formal health education is absent, such app-based alerts had significant behavioral impact.

xi) Arogya App

This is a state-level mobile application initiative seen in several parts of India, offering localized content in regional languages. It provides information about hygiene practices in schools, markets, anganwadis, and other public spaces. Many variants of this app are aligned with the National Health Mission and support village-level health functionaries by digitizing their outreach and tracking work.

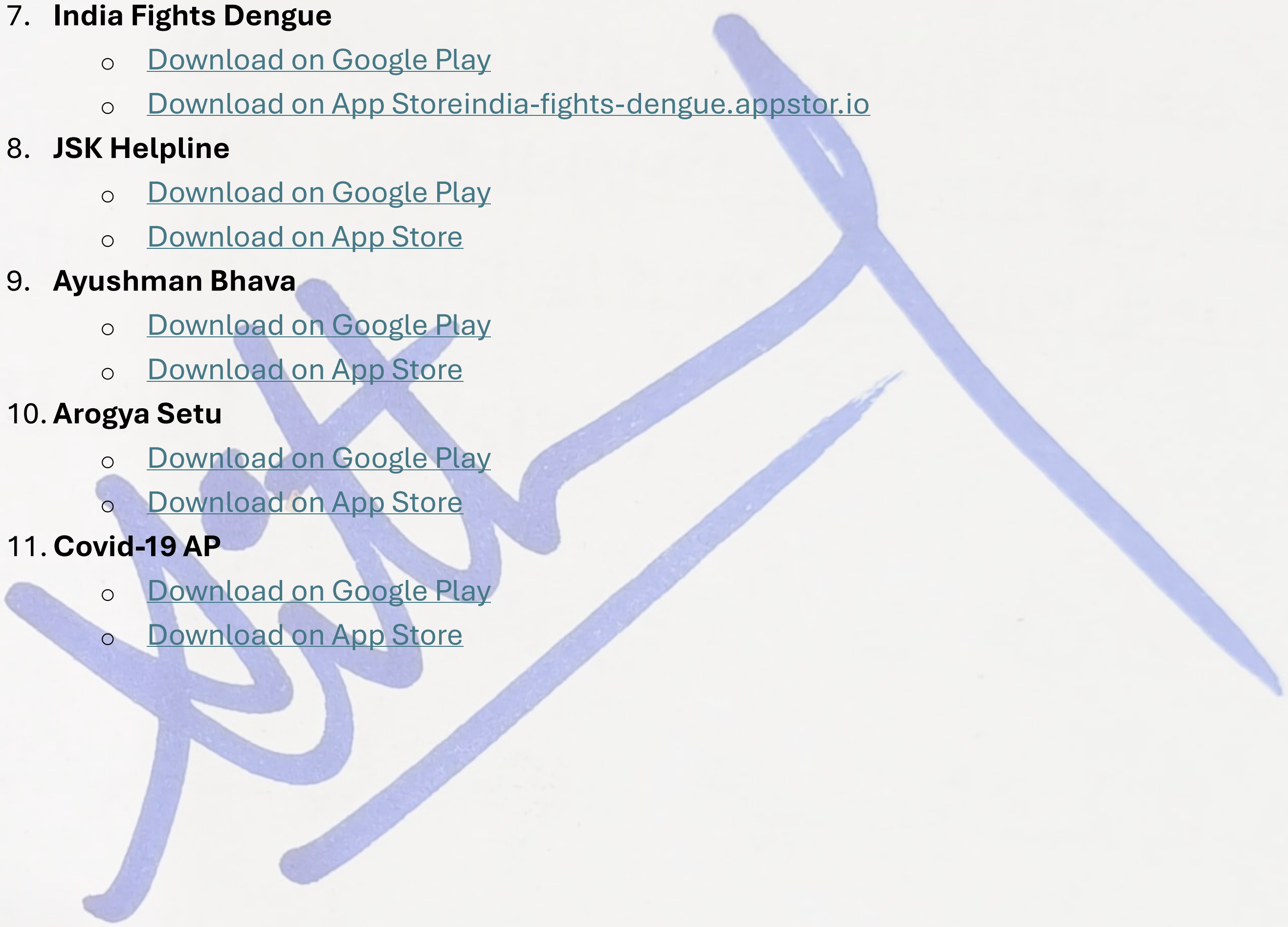
Conclusion

Digital media platforms have emerged as low-cost, high-reach tools in public hygiene education. Mobile apps developed by the Government of India are actively contributing to disease prevention, sanitation awareness, antenatal care, mental health outreach, and community engagement in hygiene campaigns. Microbiology students must understand the interface between such public platforms and real-world infection control. These applications are not just technological tools, but part of a larger public health infrastructure aimed at reducing the microbial load in community settings and preventing future outbreaks

In Government Health Apps

1. **National Health Portal (NHP)**
   - Download on Google Play
   - Download on App Store
2. **Swasth Bharat (Health India)**
   - Download on Google Play
   - Download on App Storeplay.google.com
3. **No More Tension**

    - Download on Google Play
    - Download on App Store
4. **Pradhan Mantri Surakshit Matritva Abhiyan (PMSMA)**
    - Download on Google Play
    - Download on App Storepmsma.en.softonic.com+1pmsma.mohfw.gov.in+1
5. **PM Suman Yojana**
    - Download on Google Play
    - Download on App Store
6. **My Hospital**
    - Download on Google Play
    - Download on App Store
7. **India Fights Dengue**
    - Download on Google Play
    - Download on App Storeindia-fights-dengue.appstor.io
8. **JSK Helpline**
    - Download on Google Play
    - Download on App Store
9. **Ayushman Bhava**
    - Download on Google Play
    - Download on App Store
10. **Arogya Setu**
    - Download on Google Play
    - Download on App Store
11. **Covid-19 AP**
    - Download on Google Play
    - Download on App Store



UNIT 1.0 स्वच्छता

१) स्वच्छतेची संकल्पना आणि व्याख्या

स्वच्छता म्हणजे आरोग्य राखण्यासाठी आणि आजार टाळण्यासाठी पाळल्या जाणाऱ्या शारीरिक आणि सामाजिक सवयी व उपाययोजना. ही संकल्पना केवळ व्यक्तीच्या शरीराचीच स्वच्छता नसून आजूबाजूच्या वातावरण, अन्नपदार्थ, पाणी आणि वैद्यकीय उपकरणांशी संबंधित आहे. "Hygeia" या ग्रीक आरोग्यदेवतेच्या नावावरून "Hygiene" हा शब्द आला आहे. मायक्रोबायोलॉजीच्या दृष्टीने स्वच्छतेला विशेष महत्त्व आहे कारण विविध रोगकारक सूक्ष्मजीवांच्या प्रसाराला प्रतिबंध करणे आणि संसर्गाची साखळी तोडणे हे स्वच्छतेच्या सवयींमुळे शक्य होते.

२) स्वच्छतेचे प्रकार

(अ) वैयक्तिक स्वच्छता (Personal Hygiene)

वैयक्तिक स्वच्छता म्हणजे व्यक्तीने दररोज आपल्या आरोग्याची काळजी घेण्यासाठी पाळावयाच्या स्वच्छतेच्या सवयी. या सवयींमध्ये साबणाने हात धुणे, दररोज अंघोळ करणे, दात घासणे, केस स्वच्छ ठेवणे, नखं वेळेवर कापणे, स्वच्छ कपडे वापरणे आणि मासिक पाळीच्या काळात योग्य स्वच्छता राखणे यांचा समावेश होतो. यामुळे त्वचेशी संपर्कात येणारे जीवाणू, बुरशी किंवा परोपजीवी घटक काढून टाकले जातात. उदा., प्रयोगशाळेतील तंत्रज्ञाने नखं लहान ठेवणे आणि प्रत्येक नमुना हाताळण्याआधी आणि नंतर हात निर्जंतुक करणे, ही वैयक्तिक स्वच्छतेची उत्कृष्ट उदाहरणे आहेत.

(ब) सामुदायिक स्वच्छता (Community Hygiene)

सामुदायिक स्वच्छता म्हणजे संपूर्ण समाजाने मिळून सार्वजनिक ठिकाणी स्वच्छता राखण्यासाठी केलेले सामूहिक प्रयत्न. यात कचऱ्याचे योग्य व्यवस्थापन, पिण्याच्या पाण्याचे शुद्धीकरण, गटारींची निगा, डास व इतर कीटक नियंत्रण, उघड्यावर शौच करण्यावर नियंत्रण आणि स्वच्छता शिक्षणाचा समावेश होतो. यामुळे संसर्गजन्य आजारांचे प्रमाण मोठ्या प्रमाणात कमी होते. उदा., गावांमध्ये *स्वच्छ भारत मिशन* अंतर्गत बांधण्यात आलेली सार्वजनिक शौचालये आणि घराघरांतून कचरा उचलण्याची सेवा, ही सामुदायिक स्वच्छतेची ठोस उदाहरणे आहेत.

(क) वैद्यकीय स्वच्छता (Medical Hygiene)

वैद्यकीय स्वच्छता म्हणजे रुग्णालये, क्लिनिक, लॅब आणि उपचार केंद्रांमध्ये संसर्ग टाळण्यासाठी अवलंबल्या जाणाऱ्या उपाययोजना. यात शस्त्रक्रियेसाठी वापरण्यात येणाऱ्या

उपकरणांचे निर्जंतुकीकरण, रुग्णांच्या खाटा, टेबल्स, दरवाजे व दररोज वापरल्या जाणाऱ्या वस्तूंची सॅनिटायझेशन, प्रत्येक रुग्णाच्या संपर्कानंतर हात धुणे, PPE (हातमोजे, मास्क, गाऊन) वापरणे आणि जैववैद्यकीय कचऱ्याची शास्त्रीय पद्धतीने विल्हेवाट लावणे या बाबींचा समावेश होतो. उदाहरणार्थ, सर्जनने ऑपरेशनपूर्वी ऑटोक्लेव्हमध्ये उपकरणे निर्जंतुक करून वापरणे, किंवा परिचारिकेने एका रुग्णानंतर दुसऱ्या रुग्णाशी संपर्क साधण्यापूर्वी सॅनिटायझरने हात धुणे, ही वैद्यकीय स्वच्छतेची आवश्यक उदाहरणे आहेत.

(ड) पाककृती स्वच्छता (Culinary Hygiene)

पाककृती स्वच्छता म्हणजे अन्न तयार करताना, साठवताना व सर्व्ह करताना पाळले जाणारे स्वच्छतेचे नियम. यात स्वच्छ पाणी वापरणे, अन्न साहित्य नीट धुणे, अन्न योग्य तापमानावर शिजवणे, शिजवलेले व कच्चे अन्न वेगवेगळे ठेवणे, पॅकेजिंग आणि साठवणुकीदरम्यान कीटक व धुळीपासून संरक्षण करणे यांचा समावेश होतो. जर हॉटेलमध्ये एकाच चाकूने मांस आणि भाज्या कापल्या गेल्या, तर *Salmonella* किंवा *E. coli* सारखे रोगकारक एक अन्नपदार्थातून दुसऱ्यात संक्रमित होऊ शकतात. म्हणूनच अन्नविज्ञानात पाककृती स्वच्छता अत्यावश्यक आहे. उदा., विद्यालयीन कँटीनमध्ये खाद्यपदार्थ बनवण्याआधी स्वयंपाकी हात स्वच्छ धुते आणि शिजवलेले अन्न फ्रिजमध्ये ४°C खाली साठवतो, ही योग्य पाककृती स्वच्छतेची उदाहरणे आहेत.

३) WASH कार्यक्रम (Water, Sanitation and Hygiene)

WASH म्हणजे Water (पाणी), Sanitation (स्वच्छता) आणि Hygiene (स्वच्छतेच्या सवयी) - या तीन घटकांचा एकत्रित विचार करून रोगप्रतिबंधक उपाययोजना राबवण्याचा कार्यक्रम. WASH कार्यक्रमाचा उद्देश लोकांना स्वच्छ पिण्याचे पाणी, सुरक्षित मलमूत्र व्यवस्थापन आणि आरोग्यविषयक स्वच्छतेच्या सवयी यांची समान व न्याय्य उपलब्धता देणे हा आहे. मायक्रोबायोलॉजीच्या दृष्टीने WASH कार्यक्रमाचे महत्त्व अधिक आहे कारण त्यातून पाणीजन्य, अन्नजन्य, त्वचाजन्य व फिकल-ओरल संसर्गजन्य रोगांचे प्रमाण कमी करता येते.

पाण्याचा योग्य पुरवठा WASH कार्यक्रमातील पहिला आधारस्तंभ आहे. पिण्याच्या पाण्यातून होणारे रोग म्हणजे कॉलरा, टायफॉईड, हिपॅटायटिस A आणि E, अँटीअॅमीबिक डिसेंटरी, कृमी रोग यांसारख्या आजारांचा प्रादुर्भाव असतो. म्हणूनच पाण्याच्या स्रोताचे संरक्षण, क्लोरीनेशन, उकळवून वापरणे, आर.ओ. यंत्राद्वारे शुद्धीकरण करणे आणि नियमित सूक्ष्मजीव तपासणी ही पायाभूत आवश्यकता आहे. *E. coli* चे जलनमुन्यातील अस्तित्व हे फिकल संदूषणाचे सूचक मानले जाते. पाणी केवळ पिण्यापुरतेच नाही तर अंघोळ, अन्न शिजवणे, भांडी धुणे आणि वैद्यकीय गरजांसाठीही पुरेसे आणि सुरक्षित असणे आवश्यक आहे.

Sanitation किंवा मलमूत्र व्यवस्थापन म्हणजे मानवी विष्ठेची सुरक्षित विल्हेवाट. उघड्यावर शौच करणे, मलमूत्राचे पाण्यात मिसळणे, गटारांची अडचण, शाळांमध्ये शौचालयांची कमतरता यामुळे *Shigella*, *Vibrio cholerae*, *Entamoeba histolytica* सारख्या रोगकारकांचे प्रसार होते. यासाठी घरगुती व सामूहिक शौचालयांची उपलब्धता, सांडपाणी व्यवस्थापन, मलमूत्र साठवण व प्रक्रिया केंद्रे आवश्यक असतात. ग्रामीण भागात ट्विन-पिट शौचालये हाच एक प्रभावी उपाय

ठरलेला आहे. मासिक पाळी दरम्यान वापरलेले पॅड सुरक्षितपणे टाकण्याची व्यवस्था नसल्यास तोही रोगप्रसाराचा स्रोत बनतो.

Hygiene म्हणजे व्यक्ती किंवा समुदायाकडून स्वच्छतेच्या अंगीकारल्या जाणाऱ्या सवयी. यात साबणाने हात धुणे, अन्नाची स्वच्छ हाताळणी, पिण्याचे पाणी झाकणीत ठेवणे, टॉयलेट वापरल्यानंतर हात धुणे आणि मासिक पाळीच्या स्वच्छतेची काळजी घेणे या सवयींचा समावेश होतो. मायक्रोबायोलॉजीच्या दृष्टीने, हात धुण्यामुळे *Staphylococcus*, *Salmonella*, *norovirus* यांसारखे संक्रमण टाळले जाते. या सवयी शाळांमध्ये आरोग्य शिक्षण, जनजागृती मोहिमा, पोस्टर, प्रात्यक्षिकाद्वारे पाळल्या जातात.

WASH कार्यक्रम आरोग्य सुविधा केंद्रात व शाळांमध्ये विशेष महत्त्वाचा असतो. रुग्णालयांमध्ये जर पाणी, स्वच्छता व स्वच्छतेच्या सवयी योग्य नसेल तर नाकातोंडातून, चघळून, किंवा घावातून रोग पसरू शकतात. शाळांमध्ये स्वच्छता असली तर विद्यार्थी, विशेषतः मुली, नियमित उपस्थित राहतात. त्यामुळे प्रत्येक शाळेत पिण्याच्या पाण्याचे टँक, स्वतंत्र शौचालये, हात धुण्याची व्यवस्था, मासिक पाळी व्यवस्थापनाची साधने आवश्यक आहेत.

WASH कार्यक्रम *SDG-6* म्हणजे "सर्वांसाठी स्वच्छ पाणी व स्वच्छतेची उपलब्धता" या शाश्वत विकासाच्या उद्दिष्टाशी थेट जोडलेला आहे. त्याशिवाय तो आरोग्य (SDG-3), स्त्री-पुरुष समता (SDG-5), दर्जेदार शिक्षण (SDG-4) आणि हवामान कृती (SDG-13) यांसारख्या उद्दिष्टांनाही समर्थन देतो.

WASH कार्यक्रम हा मायक्रोबायोलॉजिस्टसाठी संशोधन, जनजागृती आणि आरोग्य धोरणांमध्ये सहभागी होण्याचे एक महत्त्वाचे माध्यम आहे. जलचाचण्या, सॅनिटेशन इन्स्पेक्शन, रोगप्रसाराचा मागोवा घेणे आणि सार्वजनिक आरोग्य धोरणामध्ये योगदान देणे, ही क्षेत्रे WASH अंतर्गत मायक्रोबायोलॉजिस्टच्या कृतीशील सहभागासाठी खुली आहेत.

1.2 ग्रामीण समाज आरोग्य (यामध्ये ग्राम आरोग्य स्वच्छता व पोषण समिती - VHSNC च्या भूमिका व जबाबदाऱ्या समाविष्ट आहेत)

ग्रामीण समाज आरोग्य म्हणजे गावांमध्ये राहणाऱ्या लोकांच्या शारीरिक, मानसिक आणि सामाजिक आरोग्यविषयक गरजांसाठी राबवण्यात येणारी संगठित आरोग्यव्यवस्था. ग्रामीण भागांमध्ये आरोग्य सेवांची उपलब्धता मर्यादित असते, म्हणून समुदाय आधारित उपक्रम आणि लोकसहभागावर आधारित कार्यपद्धती अतिशय महत्त्वाची ठरते. या अंतर्गत आरोग्य शिक्षण, रोग प्रतिबंध, स्वच्छता सुधारणा, पोषण जागरूकता आणि वेळेवर वैद्यकीय सेवा पुरविणे हे मुख्य उद्दिष्ट असते.

या कार्यपद्धतीचा एक महत्त्वाचा घटक म्हणजे *ग्राम आरोग्य स्वच्छता व पोषण समिती* (Village Health Sanitation and Nutrition Committee – VHSNC). ही समिती राष्ट्रीय ग्रामीण आरोग्य अभियानांतर्गत (NRHM) गाव पातळीवर स्थापन केली जाते. समितीमध्ये ग्रामपंचायतीचे निवडून आलेले सदस्य, आशा कार्यकर्त्या, अंगणवाडी सेविका, शिक्षक आणि समाजातील दुर्बल घटकांचे प्रतिनिधी असतात.

VHSNC ची मुख्य भूमिका म्हणजे गावातील आरोग्य समस्यांचे निरीक्षण करणे, स्थानिक आरोग्यविषयक उपक्रमांचे नियोजन करणे आणि केंद्र सरकारकडून मिळणाऱ्या निधीचा योग्य वापर करणे. ही समिती स्वच्छतेविषयी जनजागृती करते, स्वच्छ पिण्याच्या पाण्याचे महत्त्व समजावते, माता व बाल आरोग्य सुधारण्याचे प्रयत्न करते आणि पोषणाच्या बाबतीत सतत निरीक्षण करते. ती कुपोषित मुलांची ओळख करून घेते, लसीकरण मोहीम राबवते, गरोदर महिलांचे परीक्षण करते आणि संस्थात्मक प्रसूतीला प्रोत्साहन देते. समिती जन्म-मृत्यूचा नोंदवही ठेऊन आरोग्यविषयक माहितीचे संकलन करते. शिवाय, ती घरोघरी भेटी देते, स्वच्छता मोहिमा चालवते आणि स्थानिक आरोग्य सेवांची कार्यक्षमता तपासते. या कार्यामुळे गावातील रोगांचे प्रमाण कमी होते आणि जीवनमान सुधारते.

२. मान्यताप्राप्त सामाजिक आरोग्य कार्यकर्त्या (Accredited Social Health Activist – ASHA)

आशा म्हणजे मान्यताप्राप्त सामाजिक आरोग्य कार्यकर्ती, जिला राष्ट्रीय आरोग्य अभियानांतर्गत निवडले जाते. आशा कार्यकर्ती ही त्या गावातील रहिवासी असते आणि तिने किमान आठवीपर्यंत शिक्षण घेतलेले असावे. तिला आरोग्य सेवा देण्याचे प्राथमिक प्रशिक्षण दिले जाते.

आशा कार्यकर्ती ही सार्वजनिक आरोग्य व्यवस्था आणि ग्रामीण जनतेमधील दुवा म्हणून काम करते. ती लोकांना आरोग्य आणि पोषणविषयी जागरूक करते, लहान कुटुंब संकल्पना प्रचारते, लसीकरणाचे महत्त्व पटवते आणि माता व बाल संगोपनाच्या बाबतीत मार्गदर्शन करते. ती गरोदर महिलांना तपासणीसाठी पाठवते, सुरक्षित प्रसूतीसाठी मदत करते आणि बाळंतपणानंतर देखभाल करते. सामान्य आजारांसाठी प्राथमिक औषधे उपलब्ध करून देते.

याखेरीज, ती साथीचे आजार ओळखण्याचे कार्य करते, क्षयरोग आणि कुष्ठरोग याबाबतची माहिती गोळा करते, सरकारी योजनांशी लोकांना जोडते (उदा. जननी सुरक्षा योजना, आयुष्मान भारत), आरोग्य नोंदवही भरते आणि कुटुंब नियोजनासाठी उपाय सुचवते. ती आरोग्यविषयक सर्वेक्षणामध्ये भाग घेते आणि गावात पहिला आरोग्य दुवा म्हणून महत्त्वाची भूमिका बजावते.

३. गाव आरोग्य व पोषण दिन (Village Health and Nutrition Day – VHND)

गाव आरोग्य व पोषण दिन हा दर महिन्याला ठराविक दिवशी गाव किंवा अंगणवाडी केंद्रावर साजरा केला जातो. याचा उद्देश म्हणजे आरोग्य सेवा लोकांच्या दारापर्यंत पोहोचवणे. या दिवशी आशा, अंगणवाडी सेविका, ॲनम (ANM) आणि VHSNC सदस्य यांचा सक्रीय सहभाग असतो.

या दिवशी गरोदर महिलांची तपासणी, बालकांचे आणि गरोदर स्त्रियांचे लसीकरण, लहान मुलांचे वजन मोजणे, आयर्न-फोलिक ॲसिड गोळ्यांचे वाटप, तसेच पोषण आणि स्वच्छतेबाबत मार्गदर्शन दिले जाते. स्तनपानाविषयी माहिती, परिवार नियोजन, स्वच्छता सवयी आणि शासकीय योजनांबाबत जनजागृती केली जाते. या दिवशी गंभीर कुपोषण असलेली मुले शोधली जातात, उच्च जोखमीच्या गरोदर स्त्रियांची नोंद होते आणि त्यांना विशेष लक्ष दिले जाते.

VHND मुळे आरोग्य सेवा अधिक सुलभ होते आणि ग्रामीण भागातील नागरिकांमध्ये आरोग्याबद्दल जागरूकता वाढते.

४. रुग्ण कल्याण समिती (Rogi Kalyan Samiti – RKS)

रुग्ण कल्याण समिती, ज्यास हॉस्पिटल मॅनेजमेंट कमिटी असेही म्हणतात, ही सार्वजनिक आरोग्य संस्था व्यवस्थापनासाठी ग्राम पातळीपासून जिल्हा रुग्णालयापर्यंत स्थापन केलेली असते. या समित्या नोंदणीकृत संस्था असतात आणि यामध्ये लोकप्रतिनिधी, आरोग्य अधिकारी, पंचायत प्रतिनिधी आणि समाजातील विविध घटकांचे सदस्य असतात.

या समितीचे प्रमुख कार्य म्हणजे आरोग्य संस्था कार्यक्षमपणे चालवणे, निधीचा पारदर्शक वापर करणे, नागरिकांच्या तक्रारींचे निवारण करणे आणि रुग्णसेवांचे दर्जा सुधारण्याचे उपाय करणे. रुग्णांसाठी आवश्यक सेवा (पिण्याचे पाणी, स्वच्छतागृह, वाट पाहण्याची जागा इ.) पुरवण्यासाठी लागणारा निधी वापरण्यात येतो. याशिवाय, वैद्यकीय उपकरणांची देखभाल, औषधांची खरेदी, स्वच्छतेची व्यवस्था इत्यादी जबाबदाऱ्या RKS पार पाडते.

समिती दर काही महिन्यांनी बैठक घेऊन रुग्णालयाच्या कार्यक्षमतेचा आढावा घेते, कमतरतांचे विश्लेषण करते आणि आवश्यक त्या उपाययोजना राबवते. रुग्णांचे मत जाणून घेऊन त्या आधारे सेवा सुधारण्याचे प्रयत्नही केले जातात. अशा प्रकारे, RKS ही समुदायाच्या सहभागातून सार्वजनिक आरोग्य व्यवस्था मजबूत करण्याचे कार्य करते.

1.3 समुदाय स्वच्छता (Community Hygiene)

समुदाय स्वच्छता म्हणजे एखाद्या परिसरातील लोकांनी एकत्र येऊन स्वच्छता राखण्याचे आणि रोग प्रतिबंधित करण्याचे प्रयत्न. यात कचरा व्यवस्थित नष्ट करणे, स्वच्छ पाणी पुरवठा, स्वच्छतागृह सुविधा आणि आरोग्य शिक्षण यांचा समावेश होतो जेणेकरून संसर्गजन्य रोगांचा प्रसार थांबवता येतो. वैयक्तिक स्वच्छता म्हणजे एखाद्या व्यक्तीने स्वतःच्या शरीराची स्वच्छता आणि निरोगीपणा राखण्यासाठी केलेली दिनचर्या. यात नियमित आंघोळ, हात धुणे, तोंड स्वच्छ ठेवणे आणि स्वच्छ कपडे घालणे यांचा समावेश होतो. समुदाय आणि वैयक्तिक स्वच्छता या दोन्ही गोष्टी एकमेकांशी जोडलेल्या आहेत कारण वैयक्तिक सवयी समाजाच्या आरोग्यावर परिणाम करतात. सूक्ष्मजीवशास्त्राच्या दृष्टीने, स्वच्छता राखल्याने रोगजनक सूक्ष्मजीवांचा प्रसार कमी होतो, ज्यामुळे कॉलरा, टायफॉइड आणि अतिसार सारखे रोग प्रतिबंधित होतात. सार्वजनिक आरोग्य कार्यक्रमांमध्ये स्वच्छतेवर शिक्षण देऊन संसर्गजन्य रोगांवर नियंत्रण ठेवण्यावर भर दिला जातो.

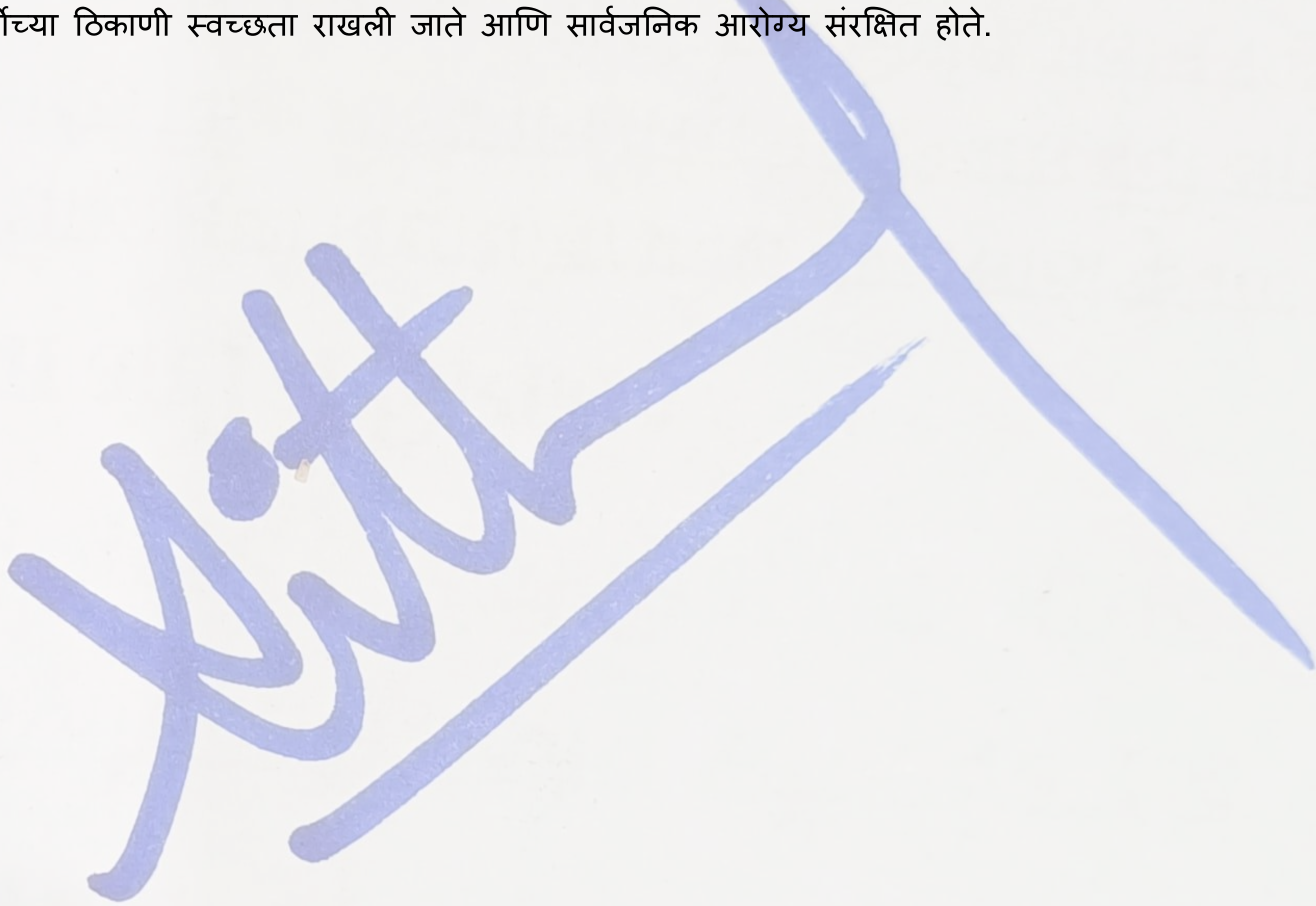
पर्यावरण स्वच्छता (Environmental Hygiene)

पर्यावरण स्वच्छता म्हणजे रोग किंवा त्रास होण्यास कारणीभूत असलेल्या घटकांपासून बचाव करण्यासाठी पर्यावरणाचे व्यवस्थापन करणे. यात कचरा व्यवस्थापन, जल प्रदूषणावर नियंत्रण, मलनिस्सारणाची योग्य पद्धत आणि परिसर स्वच्छ ठेवणे यांचा समावेश होतो. चांगली पर्यावरण स्वच्छता रोगप्रसार थांबवण्यासाठी मदत करते कारण ती मच्छर, माशी यांसारख्या रोगवाहक किड्यांच्या पिंजऱ्यांचा नाश करते. तसेच सुरक्षित पिण्याच्या पाण्याची उपलब्धता सुनिश्चित करते आणि हवेतील प्रदूषण कमी करते. पर्यावरण स्वच्छतेचे उपाय मलेरिया, डेंग्यू, कॉलरा आणि श्वसनसंस्थेच्या संसर्गजन्य रोगांवर नियंत्रण ठेवण्यासाठी अत्यंत महत्त्वाचे

असतात. योग्य पर्यावरण स्वच्छता केवळ सार्वजनिक आरोग्यासाठीच नव्हे तर समाजाच्या सौंदर्यशास्त्र आणि आर्थिक विकासासाठीही आवश्यक आहे.

सार्वजनिक ठिकाणी स्वच्छता (Sanitation in Public Places)

सार्वजनिक ठिकाणी स्वच्छता ही मोठ्या प्रमाणात लोकांमध्ये रोगांचा प्रसार टाळण्यासाठी अत्यंत गरजेची आहे. बाजारपेठा, शाळा, बसेसाठी थांबे आणि उद्याने यांसारख्या सार्वजनिक ठिकाणी नियमित स्वच्छता, कचरा टाकण्याचे डबे आणि सुरक्षित स्वच्छतागृह सुविधा असणे आवश्यक आहे. योग्य स्वच्छता पायाभूत सुविधा असल्यामुळे अन्न आणि पाण्याच्या स्रोतांचे प्रदूषण टाळले जाते, ज्यामुळे अन्न व पाणीजन्य रोगांचा प्रसार कमी होतो. सार्वजनिक ठिकाणी अपुरी स्वच्छता असल्यास संसर्गजन्य रोगांचा प्रसार वाढतो आणि पर्यावरण प्रदूषण होते. योग्य देखभाल, जनजागृती आणि शासनाचे नियम यामुळेच या ठिकाणी स्वच्छतेचे मानक राखले जाऊ शकतात. अशा उपाययोजनांनी गर्दीच्या ठिकाणी स्वच्छता राखली जाते आणि सार्वजनिक आरोग्य संरक्षित होते.



UNIT 2.0 स्वच्छता आणि सूक्ष्मजीव

2.1 स्वच्छतेचे सूचक सूक्ष्मजैविक (Hygiene Indicator Microorganisms)

सार्वजनिक आरोग्य, पर्यावरणीय स्वच्छता, पिण्याच्या पाण्याचे परीक्षण आणि अन्न सुरक्षेशी संबंधित सूक्ष्मजीवशास्त्राच्या अभ्यासात *स्वच्छतेचे सूचक सूक्ष्मजैविक* हे महत्त्वाचे ठरतात. हे सूक्ष्मजैविक कोणतेही थेट आजार निर्माण करत नसले तरी त्यांची उपस्थिती एखाद्या पृष्ठभागावर, पाण्यात किंवा अन्नपदार्थात आढळल्यास त्या ठिकाणी स्वच्छतेचा अभाव असल्याचे संकेत मिळतात.

सूचक सूक्ष्मजैविक निवडताना काही महत्त्वाचे निकष वापरले जातात. हे सूक्ष्मजीव त्या ठिकाणी उपस्थित असावेत जिथे संभाव्य रोगकारक उपस्थित असतो. ते रोगकारकांप्रमाणे किंवा त्याहून अधिक प्रमाणात पर्यावरणीय परिस्थितीत टिकू शकतील, त्यांची प्रयोगशाळेत सहज ओळख पटवता येईल, त्यांची संख्या मोजता येईल आणि त्यांनी मूळ स्त्रोताबाहेर भरभराट होऊ नये, हे अपेक्षित असते.

सर्वसामान्यतः वापरला जाणारा प्रमुख सूचक जीव म्हणजे **Escherichia coli (E. coli)**. तो *कोलिफॉर्म गटातील* असून, गरम रक्ताच्या प्राण्यांच्या आतड्यांत नैसर्गिकरीत्या आढळतो. जर तो पाण्यात, अन्नपदार्थात किंवा पृष्ठभागावर आढळला, तर त्याचा अर्थ अलीकडील विष्ठाजन्य दूषितता झालेली आहे, असे समजले जाते.

इतर कोलिफॉर्म जीव, जसे की *Enterobacter*, *Klebsiella*, आणि *Citrobacter*, देखील तपासले जातात, पण त्यांचे नैसर्गिक पर्यावरणातही अस्तित्व असल्याने ते तितकेसे विश्वासार्ह निदर्शक ठरत नाहीत.

याव्यतिरिक्त, **Enterococci** किंवा *फीकल स्ट्रेप्टोकोक्काय* गटातील जीव, विशेषतः *Enterococcus faecalis* आणि *Enterococcus faecium*, हे सागरी आणि पोहण्याच्या पाण्यातील दूषिततेचे निदर्शक म्हणून वापरले जातात. हे जीव कोलिफॉर्म्सपेक्षा अधिक काळ पर्यावरणात टिकतात आणि क्लोरीनसारख्या निर्जंतुकीकरण प्रक्रियांना अधिक प्रतिकार करतात.

Clostridium perfringens हा एक ॲनारोबिक, स्पोर-निर्माण करणारा जीव आहे. त्याचे बीजाणू अत्यंत टिकाऊ असतात. त्यामुळे, पाण्याच्या किंवा मातीच्या जुन्या विष्ठाजन्य दूषिततेचा मागोवा घेण्यासाठी तो उपयुक्त ठरतो.

अन्नप्रक्रिया उद्योगात, **Total Plate Count (TPC)** किंवा **Aerobic Colony Count (ACC)** वापरून उपकरणे, पृष्ठभाग आणि कच्च्या मालामध्ये असलेल्या सूक्ष्मजीवांची संख्या मोजली जाते. या मोजणीचा उद्देश संभाव्य रोगकारक नाही तर स्वच्छतेची एकंदर पातळी तपासणे असतो. *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* आणि *Salmonella* यांसारख्या जीवांचे विशिष्ट तपास हे मांस, दुग्धजन्य पदार्थ आणि रेडी-टू-ईट अन्नाच्या परीक्षणात महत्त्वाचे ठरतात.

रुग्णालये, प्रयोगशाळा किंवा औषधनिर्मिती कारखान्यांमध्ये हवेमधील सूक्ष्मजीव तपासताना *Aspergillus*, *Penicillium* यांसारखे बुरशीजन्य बीजाणू आणि ग्राम-पॉझिटिव्ह कोकी बॅक्टेरिया यांचा अभ्यास केला जातो.

ह्या सूचक सूक्ष्मजैविकांचे परीक्षण केवळ त्यांची उपस्थिती/अनुपस्थिती तपासण्यापुरते मर्यादित नसते. त्यांच्या संख्यात्मक विश्लेषणाचा वापर, कालानुक्रमिक नोंदी आणि सुधारात्मक उपाय यासाठीही केला जातो. त्यामुळे अशा सूक्ष्मजीवांचे नियमित निरीक्षण उद्योगधंद्यांत व सार्वजनिक आरोग्य यंत्रणेत आवश्यक ठरते.

शेवटी, हे लक्षात ठेवणे गरजेचे आहे की स्वच्छतेचे सूचक सूक्ष्मजैविक हे फक्त सूक्ष्मजीवशास्त्राचे तांत्रिक साधन नसून, ते आरोग्य आणि सुरक्षिततेचा दररोजचा मापदंड आहेत.

2.2 स्वच्छतेची चांगली पद्धत - संसर्ग आणि विषाणूंचा प्रसार रोखण्यासाठी उपाय

संसर्गजन्य रोग आणि विषाणूजन्य साथींचा प्रसार रोखण्यासाठी चांगल्या स्वच्छतेच्या सवयी अत्यंत महत्त्वाच्या ठरतात. सूक्ष्मजीवशास्त्राच्या अभ्यासात स्वच्छता ही फक्त वैयक्तिक स्वच्छतेपुरती मर्यादित नसून, घरगुती, सामाजिक, शैक्षणिक, वैद्यकीय व औद्योगिक क्षेत्रांमध्येही तिचे महत्व दिसून येते. संसर्ग होण्याच्या विविध मार्गांचा अडथळा बनवणे हाच या सवयींचा उद्देश आहे.

विषाणू व सूक्ष्मजीव थेट स्पर्श, दूषित पृष्ठभाग, पाणी, हवा किंवा अन्नाच्या माध्यमातून शरीरात प्रवेश करतात. उदाहरणार्थ, SARS-CoV-2 वा इन्फ्लुएंझा हे श्वसनाद्वारे, तर नोरोव्हायरस किंवा रोटाव्हायरस हे विष्ठा-मार्गाने पसरतात. म्हणूनच, स्वच्छतेच्या उपाययोजना संसर्गाच्या मार्गानुसार ठरवाव्यात लागतात.

हात स्वच्छ ठेवणे ही संसर्ग टाळण्याची सर्वात प्रभावी व मूलभूत सवय आहे. साबण व पाण्याने किंवा अल्कोहोलयुक्त हँड सॅनिटायझरने योग्य पद्धतीने हात धुतल्यास अनेक रोगजनकांचा प्रसार थांबवता येतो. विशेषतः अन्न खाताना, शौचालयानंतर, किंवा सार्वजनिक वस्तूंना स्पर्श केल्यानंतर हात धुणे आवश्यक आहे.

श्वसन स्वच्छतेसाठी खोकताना वा शिंकताना तोंड आणि नाक पाठीमागच्या कोपराने किंवा टिश्यूने झाकणे, आणि वापरलेला टिश्यू लगेच टाकणे गरजेचे असते. नंतर हात धुणे आवश्यक आहे.

पर्यावरणीय स्वच्छतेमध्ये दररोजचे पृष्ठभाग जसे की दरवाजाचे हँडल्स, टेबल्स, मोबाईल, स्विचेस इत्यादी स्वच्छ करणे अपेक्षित असते. उच्च धोका असलेल्या ठिकाणी प्रभावी कीटकनाशक वापरून निर्जंतुकीकरण आवश्यक आहे.

अन्न स्वच्छतेसाठी अन्न शिजवताना स्वच्छ पाणी, स्वच्छ भांडी, योग्य तापमान व योग्य साठवणूक वापरणे अत्यावश्यक आहे. आहार बनवणाऱ्या व्यक्तींनी स्वच्छतेचे साधने (उदा. दस्ताने, ऍप्रन) वापरावेत.

वैयक्तिक स्वच्छतेमध्ये दररोज स्नान, स्वच्छ कपडे, स्वच्छ नखे व तोंडाची स्वच्छता यांचा समावेश होतो. ही सवय गटात राहणाऱ्या लोकांमध्ये अत्यावश्यक ठरते.

घनकचरा, जैववैद्यकीय कचरा आणि मलमूत्र यांचे सुरक्षित व वेळेवर निपटारा होणे गरजेचे आहे. यामुळे माश्या, उंदीर, डास अशा रोगवाहक जंतूंना प्रतिबंध करता येतो.

आरोग्य सेवांमध्ये वैद्यकीय कर्मचाऱ्यांनी *Personal Protective Equipment (PPE)* वापरणे, उपकरणे निर्जंतुक करणे, संसर्ग झालेल्या रुग्णांचे पृथक्करण करणे आणि सुरक्षात्मक पद्धती अंगीकारणे आवश्यक आहे.

साथीच्या काळात सामाजिक अंतर राखणे, मास्क वापरणे, हस्तांदोलन टाळणे, आणि सार्वजनिक ठिकाणी सवयी बदलणे हेदेखील स्वच्छतेचाच भाग मानला जातो.

थोडक्यात, चांगल्या स्वच्छतेच्या सवयी म्हणजे संसर्गजन्य रोगांचा प्रसार रोखण्याचे एक प्रभावी, खर्चिकदृष्ट्या परवडणारे व सुलभ साधन आहे. या सवयी वैयक्तिक, सामाजिक आणि संस्थात्मक पातळीवर अंगीकारल्या पाहिजेत.

WHO मार्गदर्शक तत्त्वे - संक्षिप्त मराठी रूपांतरण

जागतिक आरोग्य संघटनेचे (WHO) मार्गदर्शन - स्वच्छता आणि संसर्ग टाळण्यासाठी

१. हात स्वच्छता (Hand Hygiene)

साबण व पाण्याने किमान २० सेकंद हात धुणे किंवा ६०-९५% अल्कोहोलयुक्त हँड सॅनिटायझर वापरणे. अन्न बनवण्यापूर्वी, शौचानंतर, रुग्णसेवेपूर्वी व नंतर, किंवा सार्वजनिक वस्तूंना स्पर्श केल्यानंतर हात धुणे आवश्यक आहे.

२. श्वसन स्वच्छता (Respiratory Hygiene)

शिंकताना किंवा खोकताना तोंड व नाक टिश्यूने किंवा कोपराने झाकणे. वापरलेले टिश्यू लगेच टाकणे व त्यानंतर हात धुणे. सार्वजनिक ठिकाणी मास्क वापरणे आवश्यक आहे.

३. पृष्ठभाग स्वच्छता (Surface Cleaning)

दररोज दरवाजे, टेबल्स, मोबाइल, स्विचेस यांसारख्या जागा WHO मान्यताप्राप्त निर्जंतुकीकरण औषधांनी (उदा. ०.१% सोडियम हायपोक्लोराईट किंवा ७०% अल्कोहोल) स्वच्छ करणे.

४. अन्न स्वच्छता (Food Hygiene)

WHO ची "पाच स्वच्छतेची गुरुकिल्ली":

स्वच्छता राखा, कच्चे व शिजवलेले अन्न वेगळे ठेवा, अन्न व्यवस्थित शिजवा, योग्य तापमानात साठवा आणि स्वच्छ पाणी व घटक वापरा.

५. पाणी, स्वच्छता व आरोग्य (WASH)

शुद्ध पिण्याचे पाणी, स्वच्छ शौचालये, साबण व पाण्याची उपलब्धता यासाठी स्थानिक व सार्वजनिक पातळीवर उपाययोजना आवश्यक आहेत.

६. आरोग्यसेवा संदर्भातील उपाय (Healthcare Settings)

सर्व रुग्णांसाठी "Standard Precautions" लागू कराव्यात. यामध्ये PPE वापरणे, साधनांची निर्जंतुकीकरण प्रक्रिया, सुरक्षित सुई वापर, व संसर्गित रुग्णांचे विलगीकरण समाविष्ट आहे.

७. सार्वजनिक शिक्षण आणि जनजागृती (Public Education)

सामान्य जनतेसाठी स्वच्छतेबाबत शिक्षण देणे, स्वच्छतेची साधने सहज उपलब्ध करून देणे, विशेषतः ग्रामीण किंवा अल्प-संसाधन क्षेत्रात सुविधा पुरवणे.

2.3 पर्यावरणीय रोगजनक सूक्ष्मजीव

पर्यावरणीय रोगजनक सूक्ष्मजीव हे असे सूक्ष्मजीव आहेत जे माणूस किंवा प्राणी यांच्याबाहेरील विविध नैसर्गिक किंवा मानवनिर्मित वातावरणात टिकून राहतात, वाढतात किंवा प्रसार करतात आणि मानवास किंवा प्राण्यांना संसर्ग करू शकतात. हे रोगजनक जीव बॅक्टेरिया, विषाणू, प्रोटोजोआ, बुरशी आणि कृमि यांचा समावेश करतात. हे प्रामुख्याने हवेद्वारे, पाण्याद्वारे, जमिनीतून किंवा दूषित वस्तूंमधून शरीरात प्रवेश करतात. बहुधा हे जंतू मलमूत्राच्या दूषणामुळे, सडलेल्या जैविक पदार्थांमधून किंवा अयोग्य कचरा व्यवस्थापनामुळे पर्यावरणात पसरतात.

पाण्यातील रोगजनक बॅक्टेरियांमध्ये *Escherichia coli* (विशेषतः E. coli O157:H7), *Salmonella* spp., *Vibrio cholerae* आणि *Shigella* spp. यांचा समावेश होतो. हे जंतू अतिसार,

आंत्रशोध, कॉलरा आणि खाद्यजन्य विषबाधा यासारख्या पचन संस्थेशी संबंधित रोगांस कारणीभूत ठरतात. *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica* आणि *Cryptosporidium parvum* हे जलजन्य प्रोटोजोआ असून हे क्लोरीनेशनच्या प्रक्रियेला प्रतिरोधक असतात आणि विशेषतः प्रतिकारशक्ती कमी असलेल्या व्यक्तींमध्ये दीर्घकाळ दस्ताचे कारण बनतात. विषाणूंमध्ये, *norovirus*, *rotavirus*, *hepatitis A virus*, आणि *poliovirus* हे पर्यावरणात टिकून राहणारे आणि जल किंवा अन्नमार्गे मोठ्या प्रमाणावर संसर्ग निर्माण करणारे प्रमुख विषाणू आहेत.

जमिनीमध्ये अनेक रोगजनक बुरशी व बॅक्टेरिया आढळतात. *Histoplasma capsulatum*, *Coccidioides immitis*, आणि *Blastomyces dermatitidis* या बुरशींपासून तयार होणाऱ्या बीजाणूंचा श्वासावाटे शरीरात प्रवेश होऊन फुफ्फुसांमध्ये संक्रमण किंवा प्रणालीगत मायकोसिस निर्माण होतो. त्याचप्रमाणे *Clostridium tetani* आणि *Clostridium perfringens* हे जमिनीत आढळणारे स्पोअर तयार करणारे जंतू असून, खोल जखमेच्या संपर्काने टिटॅनस व गॅस गँग्रीनसारखे गंभीर आजार निर्माण करतात.

हवेतून संसर्ग पसरवणारे रोगजनक विशेषतः श्वसनमार्गाशी संबंधित असतात. *Mycobacterium tuberculosis*, *Legionella pneumophila*, *Bacillus anthracis* आणि *Aspergillus* spp. सारख्या बुरशीचे बीजाणू हवेमार्गे शरीरात प्रवेश करतात. हे जीव वातावरणातील आर्द्रता, तापमान, सेंद्रिय पदार्थांची उपस्थिती इत्यादींमुळे बऱ्याच काळ टिकतात.

या रोगजनकांच्या प्रसारावर पर्यावरणातील जैविक घटक जसे की इतर सूक्ष्मजीवांशी स्पर्धा, तसेच अकार्यक्षम घटक जसे की तापमान, पीएच, अतिनील प्रकाश, आर्द्रता आणि रसायने यांचा प्रभाव होतो. काही पर्यावरणीय रोगजनक पृष्ठभागावर बायोफिल्म तयार करतात, जसे की वैद्यकीय उपकरणे, जलवाहिनी आणि औद्योगिक उपकरणे. हे बायोफिल्म रोगजनकांना दीर्घकाळ टिकून राहण्यास मदत करतात.

पर्यावरणीय रोगजनकांचे शोध घेणे आणि देखरेख करणे सार्वजनिक आरोग्यासाठी अत्यंत महत्त्वाचे आहे. यासाठी निवडक माध्यमांवर कल्चरिंग, इम्युनोलॉजिकल टेस्ट, पीसीआरसारख्या आण्विक पद्धती आणि सतत देखरेखीची यंत्रणा वापरली जाते. यांच्यावर नियंत्रण ठेवण्यासाठी स्वच्छता, सांडपाणी प्रक्रिया, घनकचरा व्यवस्थापन आणि जनजागृती ही प्रमुख उपाययोजना आहेत.

पर्यावरणीय रोगजनकांची समज उत्तम सार्वजनिक आरोग्य धोरण तयार करण्यासाठी अत्यावश्यक आहे. विशेषतः लोकसंख्या घनतेने ग्रस्त आणि संसाधनांच्या अभाव असलेल्या भागांमध्ये हे अधिक आवश्यक ठरते.

2.4 लसीकरण

लसीकरण म्हणजे एखाद्या रोगाविरुद्ध शरीराची रोगप्रतिकारक क्षमता तयार करण्यासाठी सूक्ष्म प्रमाणात रोगजनकाच्या घटकांचे शरीरात जाणिवेने प्रवेश करणे. लस ही त्या रोगजनकाच्या संपूर्ण किंवा त्याच्या काही भागांची मृत, कमी शक्तीची किंवा घटक स्वरूपातील झटकदार साठा असते, जी शरीराच्या रोगप्रतिकारक यंत्रणेने ओळखून त्याविरुद्ध लढण्यासाठी तयारी करते. यामुळे प्रत्यक्ष रोग होण्याऐवजी रोगाविरुद्ध शरिरात स्मृती पेशी आणि प्रतिपिंड तयार होतात, जे भविष्यात त्या रोगजनकाला त्वरित ओळखून नष्ट करतात.

लसीकरणाचे मुख्य उद्दिष्ट म्हणजे सक्रिय रोगप्रतिकारक क्षमता निर्माण करणे, ज्यामुळे रोग होण्यापूर्वीच शरीराला त्याचा सामना करता येतो. काही लसी एकदाच देऊन दीर्घकाळासाठी संरक्षण देतात, तर काही लसींना वारंवार बूस्टर डोस देणे आवश्यक असते. लसांचे प्रकार विविध आहेत, जसे की जिवंत दुर्बल (live attenuated), मृत (inactivated), टॉक्सॉइड (toxoid), घटक (subunit), संयुग (conjugate), mRNA आणि व्हेक्टर-आधारित लसी. प्रत्येक प्रकार शरीराच्या रोगप्रतिकारक यंत्रणेला विशिष्ट प्रकारे प्रतिक्रिया देण्यास प्रवृत्त करतो, ज्यामुळे सुरक्षितता व कार्यक्षमता सुनिश्चित होते.

जिवंत दुर्बल लसींमध्ये रोगजनकाचे कमजोर केलेले प्रकार असतात, जे शरीरात मर्यादित प्रमाणात वाढतात. यामुळे शरीराला अधिक मजबूत व दीर्घकालीन रोगप्रतिकारक क्षमता मिळते. परंतु अशा लसी ज्या रोगप्रतिकारक क्षमतेत कमी असलेल्या व्यक्तींना दिल्या जात नाहीत. मृत लसींमध्ये रोगजनक पूर्णपणे निष्क्रिय केलेले असतो, त्यामुळे त्या सर्वांसाठी सुरक्षित असतात, पण यासाठी अनेक वेळा डोस आवश्यक होतो. घटक व संयुग लसींमध्ये रोगजनकाच्या काही भागांचा वापर केला जातो, ज्यामुळे त्या कमी दुष्परिणाम करतात आणि विशिष्ट रोगप्रतिकारक प्रतिसाद निर्माण करतात.

लसीकरणामुळे 'हर्ड इम्युनिटी' (समूह रोगप्रतिकारक क्षमता) निर्माण होते. जेव्हा मोठ्या प्रमाणावर लोक लस घेतात, तेव्हा रोगाचा प्रसार मर्यादित होतो आणि ज्या लोकांना लस देता येत नाहीत त्यांचेही संरक्षण होते. त्यामुळे लसीकरण हा केवळ वैयक्तिकच नव्हे तर सार्वजनिक आरोग्याचा एक महत्त्वाचा भाग आहे.

लसीकरणाचा इतिहास एडवर्ड जेनर यांनी १७९६ मध्ये लहानपणाच्या (smallpox) लसीची निर्मिती करून सुरुवात केली. त्यानंतर अनेक आजारांवर नियंत्रण मिळविण्यासाठी लसींचा वापर वाढला. जागतिक स्तरावर लहानपणा रोग पूर्णपणे संपुष्टात आला आहे आणि पोलिओ, डिप्थेरिया, टिटॅनस यांसारखे अनेक आजार अनेक भागांमध्ये नियंत्रित झाले आहेत. सध्याच्या काळात recombinant लसी आणि mRNA लसी यांसारखे अत्याधुनिक तंत्रज्ञान

वापरून नवीन रोगांविरुद्ध प्रभावी लसी तयार केल्या जात आहेत, जसे की कोविड-१९ च्या लसी.

लसीकरणाला अनेक अडचणीही आहेत, जसे की लोकांमध्ये गैरसमज, लसीकरणाविषयी भीती, थंड साखळी व्यवस्थापनाचे आव्हान, आणि ग्रामीण किंवा दुर्बल भागांमध्ये लसींचा अपुरा पुरवठा. या समस्यांवर प्रभावी जनजागृती, शैक्षणिक मोहिमा व धोरणात्मक पाठबळ देणे आवश्यक आहे.

मायक्रोबायोलॉजीच्या दृष्टिकोनातून लसीकरण हे रोगप्रतिकारक तंत्रज्ञानाचा थेट वापर असून हे संक्रमण प्रतिबंधक धोरणांचा एक महत्त्वाचा भाग आहे. लसींच्या विकासाची, कार्यपद्धतीची, व रोगप्रतिकारक यंत्रणेवर त्यांचा प्रभाव याची सखोल समज मायक्रोबायोलॉजीच्या विद्यार्थ्यांसाठी अत्यावश्यक आहे, विशेषतः जागतिक आरोग्याच्या वाढत्या आव्हानांच्या पार्श्वभूमीवर.

भारत सरकारच्या लसीकरण कार्यक्रमाअंतर्गत लसांविषयी माहिती

भारत सरकारच्या लसीकरण कार्यक्रमांतर्गत दिल्या जाणाऱ्या लसींची उदाहरणे

भारत सरकारच्या **सार्वत्रिक लसीकरण कार्यक्रम (Universal Immunization Programme – UIP)** अंतर्गत, पात्र बालकांना आणि गर्भवती महिलांना जीवघेण्या संसर्गजन्य आजारांपासून संरक्षण मिळवून देण्यासाठी **मोफत लसीकरण** केले जाते. हा कार्यक्रम सार्वजनिक आरोग्याचा एक महत्त्वाचा भाग असून जगातील सर्वात मोठ्या सार्वजनिक आरोग्य उपक्रमांपैकी एक आहे. तो आरोग्य आणि कुटुंब कल्याण मंत्रालयाद्वारे राबविला जातो.

भारत सरकारच्या लसीकरण कार्यक्रमांतर्गत दिल्या जाणाऱ्या लसींची उदाहरणे

1. **बीसीजी लस (BCG Vaccine) – क्षयरोग** (विशेषतः टीबी मेंनिंजायटिस व मायलियरी टीबीसारखे गंभीर प्रकार) पासून संरक्षण करते.
2. **ओरल पोलिओ लस (OPV) – पोलिओ** या रोगापासून संरक्षण करते.
3. **इंजेक्टेबल पोलिओ लस (IPV)** – पोलिओ विरोधातील संरक्षण अधिक प्रभावी करण्यासाठी दिली जाते.
4. **पंचसङ्गी लस (Pentavalent Vaccine)** – एकत्रित लस असून **पाच आजारांपासून** संरक्षण करते:
    - डिप्थेरिया (गलगंड)
    - पर्टसिस (कुकर खोकला)

    - टिटॅनस
    - हिपॅटायटिस बी
    - हॅमॉफिलस इन्फ्लुएंझा टाइप बी (Hib)

5. **रोटाव्हायरस लस (Rotavirus Vaccine)** – **रोटाव्हायरसच्या जुलाबापासून** संरक्षण करते, जो बालकांमध्ये गंभीर अतिसाराचे प्रमुख कारण आहे.
6. **न्युमोकोकल संयुग लस (PCV)** – *स्ट्रेप्टोकॉकस न्युमोनिया* या जीवाणूमुळे होणाऱ्या **न्युमोनिया, मेंदूज्वर आणि रक्तसंक्रमणापासून** संरक्षण करते.
7. **गोळ्या व रुबेला लस (MR Vaccine)** – एकत्रित लस असून **गोळ्या (Measles)** आणि **रुबेला (जर्मन गोळ्या)** या आजारांपासून संरक्षण करते.
8. **जपानी मेंदूज्वर लस (JE Vaccine)** – ज्या भागात हा रोग आढळतो अशा **प्रभावित जिल्ह्यांमध्ये** ही लस दिली जाते. ती **मेंदूच्या विषाणूजन्य संसर्गापासून** संरक्षण करते.
9. **टिटॅनस टॉक्सॉइड लस (TT Vaccine)** – **गर्भवती महिलांना** दिली जाते, ज्यामुळे **मातृ व नवजात बाळातील टिटॅनस** प्रतिबंधित होतो.
10. **टीडी लस (Td Vaccine)** – **टिटॅनस व डिप्थेरिया** पासून संरक्षण करणारी लस असून किशोरवयीन वयात आणि गर्भवतींना दिली जाते. ही TT लशीच्या जागी वापरली जाते.
11. **कोविड-19 लसी (COVID-19 Vaccines)** – **कोविशिल्ड, कोवॅक्सिन** व अन्य लसी **कोविड-19 महामारीच्या काळात** राष्ट्रीय लसीकरण कार्यक्रमात समाविष्ट करण्यात आल्या.

UNIT 3.0 अन्न आणि अन्न सुरक्षा

3.1 अन्नातील सूक्ष्मजैविक दूषण व अन्नाचा विघटन (spoiling)

अन्नातील सूक्ष्मजैविक दूषण म्हणजे अन्नाच्या हाताळणी, प्रक्रिया, साठवणूक किंवा वितरणाच्या कोणत्याही टप्प्यावर त्यामध्ये सूक्ष्मजीव (bacteria, fungi, yeast, viruses) अनवधानाने मिसळणे. हे सूक्ष्मजीव अन्नाच्या गुणवत्तेवर परिणाम करतात, त्याच्या चव, गंध, पोत व रंगात बदल घडवून आणतात आणि अन्न अनेक वेळा आरोग्यासाठी अपायकारक ठरते.

सूक्ष्मजंतू अन्नामधील पोषणद्रव्ये वापरून वाढतात आणि त्यांच्यामुळे तयार होणाऱ्या द्रव्यांचा परिणाम म्हणून अन्न विघटित होते. अन्नातील विघटन म्हणजे त्या अन्नाचा गंध बदलणे, आंबट किंवा सडका वास येणे, वायू निर्माण होणे, पोत बदलणे किंवा रंग बदलणे. प्रत्येक सूक्ष्मजीव रोगजनक नसतो, पण अशा विघटित अन्नाचा वापर आरोग्यासाठी धोकादायक असतो.

प्रत्येक अन्नप्रकारात विशिष्ट सूक्ष्मजंतू वाढतात, हे अन्नातील आर्द्रता, pH, उपलब्ध पोषणद्रव्ये, तापमान आणि ऑक्सिजनसारख्या घटकांवर अवलंबून असते. उदाहरणार्थ, मांस व दुग्धजन्य पदार्थांमध्ये *Pseudomonas*, *Lactobacillus*, *Clostridium*, *Bacillus* या जीवांचा विघटन प्रक्रियेत सहभाग असतो. फळे, भाज्या, भाकरी किंवा धान्यांवर *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* सारख्या बुरशी वाढू शकतात.

काही सूक्ष्मजीव, जसे की *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* आणि *Escherichia coli* O157:H7 हे रोगजनक असतात आणि अन्नातून पचनतंत्राशी संबंधित आजार निर्माण करू शकतात. त्यामुळे अन्नात कोणते सूक्ष्मजीव आहेत हे फक्त विघटनावरून ओळखणे शक्य नसते.

अन्न दूषण आणि विघटन टाळण्यासाठी रेफ्रिजरेशन, पास्चरायझेशन, सुकवणे, मीठ घालणे, व्हॅक्युम पॅकिंग, स्वच्छता आणि योग्य हाताळणी ही अत्यावश्यक पावले आहेत.

अन्नाचे हवामान, पाणी, माती आणि सांडपाण्यामधून होणारे दूषण

अन्नामध्ये सूक्ष्मजंतूंचे मिश्रण अनेक निसर्गातील स्त्रोतांमधून होऊ शकते, आणि हे दूषण अन्न हाताळण्याच्या आधीपासूनच सुरू होऊ शकते. हवा, पाणी, माती आणि सांडपाणी ही अन्न दूषणाची प्रमुख स्त्रोत आहेत.

हवा ही निर्जंतुक नसते. त्यामध्ये बुरशीचे बीजाणू, बॅक्टेरियाचे कण, धूळ, आणि अन्य सूक्ष्मजीव सतत फिरत असतात. खुले बाजार, अयोग्य वायुवीजन प्रणाली असलेल्या प्रक्रिया केंद्रांमध्ये अन्न उघडे ठेवले गेले तर त्यावर हे सूक्ष्मजीव साचतात. *Aspergillus*, *Penicillium* बुरशीचे बीजाणू, तसेच *Micrococcus*, *Bacillus* सारखे बॅक्टेरिया हवेमार्फत अन्नावर येऊ शकतात. दमट हवामानात हे धोके अधिक वाढतात.

पाणी हे अन्न प्रक्रियेसाठी, धुण्यासाठी, सिंचनासाठी किंवा घटक म्हणून वापरले जाते. अशा पाण्यामध्ये जर सूक्ष्मजीव असतील, तर ते अन्नामध्ये सरळ मिसळतात. अपुरे निर्जंतुकीकरण किंवा अशुद्ध पाण्याचा वापर झाल्यास *Vibrio cholerae*, *Salmonella*, *Shigella*, आणि विषाणू (जसे की नोरोवायरस) अन्नात प्रवेश करू शकतात.

माती ही अनेक प्रकारच्या सूक्ष्मजीवांचे नैसर्गिक अधिवास आहे. फळे व भाज्या थेट जमिनीवर वाढतात, त्यामुळे *Clostridium botulinum*, *Listeria* सारखे सूक्ष्मजीव त्यावर चिकटतात. अयोग्य धुणे, साठवणूक किंवा शेतातून थेट वापर केल्यास हे सूक्ष्मजीव टिकून राहतात.

सांडपाणी हे दूषणाचे अत्यंत धोकादायक स्त्रोत आहे, विशेषतः ज्या भागांमध्ये स्वच्छता व्यवस्था निकृष्ट असते किंवा जिथे सांडपाण्याचा खत म्हणून वापर होतो. सांडपाण्यामध्ये *E. coli*, *Hepatitis A*, *Norovirus* सारखे अनेक रोगजनक सूक्ष्मजीव आढळतात. स्वच्छ केलेले सांडपाणी जरी वापरले गेले तरी, जर ते योग्य पद्धतीने प्रक्रिया न करता वापरले गेले तर दूषण टळत नाही.

वरील सर्व स्त्रोत अन्न दूषणास कारणीभूत ठरतात. त्यामुळे संपूर्ण अन्न साखळीमध्ये (शेत ते थाळीपर्यंत) स्वच्छतेचे नियम पाळणे, पाण्याची तपासणी करणे, योग्य प्रक्रिया पद्धतींचा वापर करणे, आणि जागरूकता ठेवणे आवश्यक ठरते.

3.2 अन्न व सुरक्षितता (Food and Safety)

अन्नभ्रष्टता (Adulteration of Food)

अन्नभ्रष्टता म्हणजे अन्नाच्या मूळ गुणधर्मात हेतुपुरस्सर बदल करून त्यात निकृष्ट किंवा हानिकारक पदार्थ मिसळणे, किंवा मूल्यवान घटक काढून टाकणे होय. हे सहसा अन्नाचे वजन वाढविण्यासाठी, शेल्फ लाईफ वाढवण्यासाठी किंवा उत्पादन खर्च कमी करण्यासाठी केले जाते. यामुळे अन्नाची पोषणमूल्ये कमी होतात व आरोग्यावर गंभीर दुष्परिणाम होऊ शकतात.

सामान्यतः बाजारात आढळणारे अनेक अन्नभ्रष्टक अत्यंत धोकादायक असतात. उदाहरणार्थ, हळदी किंवा डाळीला आकर्षक रंग देण्यासाठी घातले जाणारे *मेटानिल यलो* हे कृत्रिम रंगद्रव्य मेंदूच्या कार्यावर परिणाम करून मज्जासंस्थेचे नुकसान करते. दूधात पाणी मिसळून त्याची दाटपणा टिकवण्यासाठी स्टार्च घातला जातो. यामुळे पोषणमूल्ये कमी होतात आणि पाचनसंस्थेवर विपरीत परिणाम होतो.

मिरची पूडीत लाल रंग वाढवण्यासाठी वीट भुकटी मिसळली जाते, जी पचनतंत्रासाठी हानिकारक आहे. पिठात चुना किंवा साबणाचा चुरा मिसळण्याचे प्रकारही आढळतात. साखरेत सफेद पावडर किंवा मैदा मिसळला जातो. सरबतात सिंथेटिक रंग वापरले जातात. चहामध्ये लोखंडी भुकटी मिसळली जाते, तर कॉफीमध्ये चिंच बियांची भुकटी मिसळली जाते.

या प्रकारांची तपासणी साध्या चाचण्यांनी करता येते. दूधात स्टार्च आहे का हे तपासण्यासाठी त्यात आयोडीनचे थेंब टाकल्यास निळसर रंग दिसतो. पिठात चुना असल्यास थोडे *हायड्रोक्लोरिक आम्ल* टाकल्यावर गॅस तयार होतो. पाण्यात थोडी हळद टाकल्यास पिवळसर पाण्याला रंग येतो का, हे पाहता येते. अशा अनेक सुलभ पद्धती विद्यार्थी प्रयोगशाळेत शिकू शकतात.

टर्मरिकमध्ये *लेड क्रोमेट* मिसळल्यास मूत्रपिंडाचे नुकसान होऊ शकते. सरसो तेलात *अर्जेमोन तेल* मिसळल्यास *इपिडेमिक ड्रॉप्सी* नावाचा आजार होतो. चहा, साखर, मसाले, दूध, पीठ अशा दैनंदिन अन्नघटकात अन्नभ्रष्टता फारच सामान्य आहे. यामुळे अन्नसुरक्षेसाठी निरीक्षण, सूक्ष्मजीव विश्लेषण आणि रासायनिक चाचण्या अत्यंत महत्त्वाच्या ठरतात.

अन्नभ्रष्टता प्रतिबंधक कायदा व त्याची अंमलबजावणी

अन्नभ्रष्टतेच्या वाढत्या समस्येवर नियंत्रण ठेवण्यासाठी भारत सरकारने **"1954 चा अन्नभ्रष्टता प्रतिबंधक कायदा"** लागू केला. हा कायदा नंतर **"2006 चा अन्न सुरक्षा व मानके कायदा"** (FSSA) मध्ये समाविष्ट झाला, आणि **FSSAI** (Food Safety and Standards Authority of India) ही प्रमुख संस्था म्हणून कार्य करू लागली.

या कायद्यानुसार अन्नात नकली पदार्थ मिसळणे, चुकीचे लेबल लावणे, अमान्य रंग किंवा रासायने वापरणे, वा मुदत संपलेले अन्न विकणे हे सर्व गंभीर गुन्हे समजले जातात. यासाठी लायसन्स रद्द करणे, दंड आकारणे, वा कारावासाची शिक्षा होऊ शकते.

FSSA अंतर्गत, अन्नसुरक्षेसाठी विज्ञानाधारित निकष ठरवले गेले आहेत. यात मान्यताप्राप्त पदार्थांचे प्रमाण, सूक्ष्मजैविक भार, कीटकनाशकांचे अवशेष, अन्न हाताळणाऱ्यांच्या स्वच्छतेचे नियम व अन्न साठवणीचे धोरण यांचा समावेश आहे.

FSSAI द्वारे नेमलेले *Food Safety Officers* बाजारातून नमुने गोळा करतात व प्रयोगशाळांमध्ये तपासणीसाठी पाठवतात. अहवालात दोष आढळल्यास संबंधितांवर कठोर कारवाई केली जाते.

उदाहरणार्थ, सणासुदीच्या काळात मिठाई विक्रेत्यांकडे तपासणी करून कृत्रिम रंग, अमान्य पदार्थ वापरल्यास कारवाई केली जाते. याशिवाय, *फूड बिझनेस ऑपरेटर*साठी FSSAI लायसन्स बंधनकारक आहे, व उत्पादनाचे स्त्रोत, प्रक्रिया, साठवण आणि विक्री यांचे दस्तावेज ठेवणे आवश्यक आहे.

सार्वजनिक सहकार्यही महत्त्वाचे ठरते. FSSAI तक्रार नोंदणी पोर्टल, मोबाईल फूड टेस्टिंग व्हॅन, ग्राहक जनजागृती कार्यक्रम आदींचा उपयोग करून नागरिक भ्रष्ट अन्नाबाबत तक्रारी करू शकतात.

मायक्रोबायोलॉजिस्ट यामध्ये अत्यंत महत्त्वाची भूमिका बजावतात. ते प्रयोगशाळांमध्ये अन्नातील सूक्ष्मजीवांचे विश्लेषण करून कायद्याच्या अंमलबजावणीत आधार देतात.

अन्न स्वच्छता (Food Hygiene)

अन्न स्वच्छता म्हणजे अन्नाच्या उत्पादन, साठवण, प्रक्रिया व वितरणाच्या प्रत्येक टप्प्यावर स्वच्छता राखणे होय. योग्य स्वच्छता न राखल्यास अन्नात हानिकारक सूक्ष्मजीव वाढून *फूडबॉर्न आजार* उद्भवू शकतात.

दूधाचे स्वच्छतेचे नियम फार कडक असतात कारण दूध हे अत्यंत पोषणमूल्ययुक्त असून लवकर खराब होते. जर दुध काढताना पशुपालनाची स्वच्छता, भांड्यांची स्वच्छता, किंवा थंड साठवण यांची काळजी घेतली नाही, तर *E. coli*, *Staphylococcus*, किंवा *Mycobacterium bovis* सारखे जीवाणू वाढू शकतात. त्यामुळे पाश्चरायझेशन करून दूध सुरक्षित केले जाते व थंड साखळीमध्ये वाहतूक केली जाते.

मासाचे स्वच्छतेत प्राणी रोगमुक्त असणे गरजेचे आहे. *ब्रुसेलोसिस* किंवा *क्षयरोग* असलेल्या जनावरांचे मांस खाल्ल्यास संसर्ग होऊ शकतो. कापणीनंतर मांस माशा, उंदीर, वाळूपासून दूर ठेवले पाहिजे. *Salmonella* व *Clostridium perfringens* या जीवाणूंमुळे मांस लवकर खराब होते.

माशांचे स्वच्छतेत, मासे लगेच बर्फात साठवले नाहीत तर *autolysis* मुळे ऊतक नरम होतात व दुर्गंध येते. *Vibrio* किंवा *Anisakis* सारखे परजीवी देखील धोका निर्माण करतात, विशेषतः कच्चे मासे खाल्ल्यास.

अंडी स्वच्छ ठेवणेही गरजेचे असते. बाहेरून मळलेली अंडी *Salmonella enteritidis* सारख्या जीवाणूंनी दूषित होऊ शकतात. अशा अंड्यांना स्वच्छ पाण्याने धुवून फ्रीजमध्ये साठवावे. फुटलेली किंवा सडलेली अंडी टाळावीत.

फळे व भाज्यांच्या स्वच्छतेत, शेतीत वापरलेली रासायनिक खते, कीटकनाशके किंवा सांडपाणी यामुळे विषारी अवशेष व हानिकारक सूक्ष्मजीव राहू शकतात. फळे भाजीपाला धुणे, डिटर्जंटमधून किंवा सौम्य कीटकनाशकविरहित द्रावात बुडवून धुणे आवश्यक आहे. पालेभाज्या विशेषतः अधिक धूण आवश्यक असतात.

अन्नाची स्वच्छता राखणे म्हणजे केवळ स्वच्छ पृष्ठभाग न ठेवता सूक्ष्मजंतूंचा विचार करून प्रत्येक अन्नघटकासाठी वैज्ञानिक पद्धतीने हाताळणी करणे आवश्यक आहे.

3.3 अन्न व सुरक्षितता

अन्न सुरक्षा (Food Security)

अर्थ व संकल्पना: अन्न सुरक्षा म्हणजे सर्व व्यक्तींना, कोणत्याही वेळी, त्यांच्या आहारातील गरजांची पूर्तता करणारे सुरक्षित, पौष्टिक व पुरेसे अन्न सामाजिक, आर्थिक व भौतिक दृष्टिकोनातून सहज उपलब्ध असणे. ही संकल्पना चार घटकांवर आधारित असते - अन्नाची उपलब्धता, प्रवेश, योग्य उपयोग व सातत्य. मायक्रोबायोलॉजिस्ट म्हणून अन्न सुरक्षिततेचा भाग हाताळताना ही व्यापक सामाजिक संकल्पना समजून घेणे महत्त्वाचे ठरते.

अन्न सुरक्षेवर प्रभाव टाकणारे घटक: अन्न सुरक्षा ही अनेक घटकांवर अवलंबून असते. कृषी उत्पादन हे सर्वात मूलभूत घटक आहे. हवामानातील अनिश्चितता, दुष्काळ, पूर आणि हवामान बदल यांचा अन्न उत्पादनावर थेट परिणाम होतो. यासोबतच अन्न साठवण, वाहतूक आणि हाताळणीमधील त्रुटींमुळे सूक्ष्मजीवजन्य बिघाड होत असून साठवलेले अन्नही खराब होते.

अन्न 'उपलब्ध' असले तरी त्याचा 'प्रवेश' सर्वांना समान नसतो. दुर्गम ग्रामीण भाग किंवा झोपडपट्टीसारख्या ठिकाणी अन्न पोहोचत नाही. अन्नाची किंमत, घराचे उत्पन्न आणि स्थानिक बाजार व्यवस्थेवरही अन्नसुरक्षेचा परिणाम होतो.

अन्नाचा उपयोग (utilization) योग्य प्रकारे न झाल्यास कुपोषण व रोग होतात. सूक्ष्मजीवांच्या संदर्भात, *Salmonella*, *Listeria*, *E. coli*, *Clostridium botulinum* यांसारखे रोगकारक जीव संसर्ग पसरवतात आणि अन्नाचा पोषणमूल्य नष्ट करतात.

अन्न सुरक्षेचे अर्थशास्त्र: अन्न सुरक्षेचे अर्थशास्त्र राष्ट्र आणि कुटुंब अशा दोन्ही स्तरांवर कार्य करते. राष्ट्रीय स्तरावर अन्नधोरणे, अनुदाने, जमीन सुधारणा, व कृषी गुंतवणूक

हे अन्न उत्पादनाचे नियमन करतात. आयातावर अवलंबून असलेल्या देशांना जागतिक किमतीतील चढ-उताराचा फटका बसतो. घरगुती पातळीवर उत्पन्न, रोजगार, शिक्षण आणि सामाजिक परिस्थिती अन्नसुरक्षेवर प्रभाव टाकते. बेकारी, कंत्राटी काम आणि अनियमित उत्पन्न ही अन्न असुरक्षेची कारणे आहेत. विशेषत: शाळा भोजन योजना, सार्वजनिक वितरण प्रणाली (PDS) व अन्न जनजागृती मोहिमा या अन्न सुरक्षेस चालना देतात.

स्वयंसहायता गट, महिला बचत गट अशा संस्थांच्या माध्यमातून स्थानिक अन्न प्रक्रिया व विक्रीमुळे घरगुती उत्पन्न वाढते आणि अन्नसुरक्षाही मजबूत होते.

अन्न सुरक्षा व समुदाय विकास: अन्न सुरक्षा ही समुदायाच्या समग्र विकासाशी निगडित आहे. पुरेसे पोषण मिळाल्यास बालमृत्यू दर कमी होतो, कामगारांची उत्पादकता वाढते आणि शालेय विद्यार्थी चांगले शिक्षण घेतात. जेव्हा समाज त्यांच्या स्थानिक अन्न व्यवस्थेवर नियंत्रण ठेवतो, तेव्हा संकटांमधून सावरण्याची क्षमता वाढते.

शाळांमध्ये पोषणबाग योजना (किचन गार्डन) राबवून ताजी भाज्या पुरवल्या जातात आणि विद्यार्थ्यांमध्ये पोषण जागरूकता वाढवली जाते. याचा उपयोग मायक्रोबायोलॉजिस्टसाठी अन्न बिघाडाचे निरीक्षण, आरोग्यजन्य सल्ला व रोगप्रसार प्रतिबंध करण्यासाठी होतो.

अन्न सुरक्षा विधेयक (Food Security Bill / राष्ट्रीय अन्न सुरक्षा अधिनियम, 2013)

पार्श्वभूमी व उद्दिष्ट: राष्ट्रीय अन्न सुरक्षा अधिनियम, 2013 हा भारत सरकारने अन्न आणि पोषण सुरक्षेच्या उद्देशाने लागू केलेला कायदा आहे. हा कायदा कल्याणकारी दृष्टिकोनापेक्षा अधिकार आधारित दृष्टिकोन अंगीकारतो आणि अन्न मिळवणे हे नागरिकांचे हक्क मानतो. हा कायदा ग्रामीण भागातील 75 टक्के व शहरी भागातील 50 टक्के लोकसंख्येस सार्वजनिक वितरण प्रणालीअंतर्गत (PDS) अनुदानित धान्य देण्याचे वचनबद्ध करतो.

या कायद्याचा उद्देश प्रत्येक व्यक्तीला पुरेसे, सुरक्षित व पौष्टिक अन्न परवडणाऱ्या दरात उपलब्ध करून देणे आहे. यामध्ये आधीपासून चालू असलेल्या शासकीय अन्न योजनेला एकसंध कायदेशीर चौकट दिली गेली आहे.

मुख्य तरतुदी: या कायद्यानुसार लाभार्थी दोन गटांमध्ये विभागले आहेत - **प्राथमिक गट** (Priority Households) आणि **अंत्योदय अन्न योजना** (AAY) गट. प्राथमिक गटातील व्यक्तींना प्रति महिना प्रति व्यक्ती ५ किलो धान्य आणि AAY कुटुंबांना दरमहा ३५ किलो धान्य मिळते. धान्याचे दर स्थिर असून तांदूळ Rs. 3/kg, गहू Rs. 2/kg आणि ज्वारी/नाचणी Rs. 1/kg या दराने दिले जाते.

गर्भवती महिला, स्तनपान करणाऱ्या माता आणि लहान मुलांसाठी पोषण सहाय्य व मातृत्व लाभ (किमान Rs. 6,000) ही कायद्याची महत्त्वाची तरतूद आहे. शालेय भोजन योजना व ICDS कार्यक्रम यांची सतत अंमलबजावणी करण्यात आली आहे.

न्याय व पारदर्शकता यंत्रणा: कायद्यात तक्रार निवारण यंत्रणा व सामाजिक लेखापरीक्षणाचा समावेश आहे. जिल्हा व राज्यस्तरीय समित्या, पारदर्शक नोंदी व देखरेख यामुळे गैरप्रकार रोखण्याचा प्रयत्न केला जातो.

अंमलबजावणीतील अडचणी व टीका: लाभार्थी निवडीत अचूकता नाही, वितरणात गळती होते, गोडाऊनमधील धान्याच्या गुणवत्तेवर प्रश्न निर्माण होतात, अशा समस्या अंमलबजावणी दरम्यान दिसून आल्या. या कायद्यावर अशीही टीका झाली की, हा केवळ धान्यकेंद्रित आहे व प्रथिने, फळे, भाज्यांचा विचार करत नाही. याशिवाय वित्तीय ताणामुळे दीर्घकालीन टिकाव धोक्यात येतो.

सूक्ष्मजैविक दृष्टिकोनातून महत्त्व: या कायद्यात अन्नसुरक्षेवर थेट भर नाही, पण सूक्ष्मजैविक सुरक्षितता महत्त्वाची ठरते. गोडाऊनमध्ये साठवलेल्या धान्यांत *Aspergillus flavus* सारख्या बुरशीचा प्रादुर्भाव होऊन *aflatoxin* तयार होतो. त्याचे नियंत्रण सूक्ष्मजीवशास्त्रज्ञ करू शकतात.

शाळेतील जेवण, अंगणवाडीतील पोषण आहार आणि सार्वजनिक स्वयंपाकघरांमधील अन्नाची स्वच्छता व सूक्ष्मजैविक चाचण्या केल्यास कायद्याचा आरोग्यावर सकारात्मक परिणाम होतो. मायक्रोबायोलॉजिस्ट चाचण्या, प्रशिक्षण आणि रोगप्रसार नियंत्रणात योगदान देऊ शकतात.

UNIT 4.0 सार्वजनिक स्वच्छता जनजागृती

4.1 डिजिटल माध्यमांद्वारे सार्वजनिक जनजागृती

सार्वजनिक आरोग्य क्षेत्रात जनजागृती ही प्रतिबंधात्मक उपाययोजनांची पहिली आणि अत्यावश्यक पायरी मानली जाते. गेल्या काही वर्षांमध्ये, विशेषतः कोविड-१९ नंतर, डिजिटल माध्यमांचा वापर आरोग्य विषयक माहिती पोहोचविण्यासाठी मोठ्या प्रमाणावर झाला आहे. भारत सरकारने विविध आरोग्य योजनांच्या अंतर्गत अनेक मोबाइल ॲप्स तयार केले आहेत, जे नागरिकांपर्यंत खात्रीलायक माहिती पोहोचवतात, आजारांचे लवकर निदान करण्यास मदत करतात, संसर्गजन्य रोगांविषयी सतर्कता पसरवतात आणि वैद्यकीय सेवा अधिक सुलभ करतात.

हे ॲप्स फक्त माहितीचे माध्यम नसून, आरोग्य क्षेत्र व सामान्य जनतेमधील दुवा म्हणून कार्य करतात. सूक्ष्मजीवशास्त्राचा अभ्यास करणाऱ्या विद्यार्थ्यांसाठी, हे ॲप्स समाजातील रोगटपणा आणि संसर्ग नियंत्रणाचे डिजिटल साधन म्हणून अभ्यास करणे महत्त्वाचे आहे.

i) राष्ट्रीय आरोग्य पोर्टल (NHP) व 'स्वस्थ भारत' ॲप

राष्ट्रीय आरोग्य पोर्टल हे आरोग्य मंत्रालयाने सुरू केलेले एक संकेतस्थळ असून, त्याचे मोबाइल ॲप सामान्य नागरिकांना विविध रोग, स्वच्छता, आहार, लसीकरण, मातृसंधान इ. विषयी खात्रीलायक माहिती देते. याच पोर्टलशी संलग्न असलेले 'स्वस्थ भारत' ॲप सार्वजनिक आरोग्य, आरोग्य सल्ला, स्वच्छतेसंबंधी उपाय, आणि आजार प्रतिबंध याविषयी सतत माहिती प्रसारित करते. ग्रामीण भागातील आरोग्यसेवक व स्वयंसेवी संस्थांसाठी हे ॲप प्रभावी साधन ठरते.

ii) नो मोर टेन्शन (No More Tension)

हे ॲप मानसिक आरोग्यावर लक्ष केंद्रित करते. तणाव, चिंता आणि मानसिक आरोग्य सुधारण्यास याचा उपयोग होतो. जरी हे थेट स्वच्छतेशी संबंधित नसले, तरीही सार्वजनिक आरोग्याच्या व्यापक संकल्पनेत मानसिक आरोग्याचा समावेश असल्याने, विशेषतः झोपडपट्ट्यांमध्ये अस्वच्छता आणि दाट लोकसंख्येमुळे उद्भवणारा मानसिक ताण लक्षात घेता, या ॲपचा उपयोग महत्त्वाचा ठरतो.

iii) प्रधानमंत्री सुरक्षित मातृत्व अभियान (PMSMA)

हे ॲप गर्भवती महिलांना दर महिन्याच्या ठराविक दिवशी मोफत तपासणीसाठी नोंदणी करण्याची सुविधा देते. गर्भावस्थेदरम्यानची स्वच्छता, तपासण्या, लोहगोळ्या, व अन्न-

स्वच्छता याविषयी माहिती देणे, हे या ॲपचे मुख्य कार्य आहे. मायक्रोबायोलॉजिकल दृष्टिकोनातून, अशा उपाययोजनांमुळे प्रसूतीसंबंधित संसर्ग कमी होतो.

iv) पीएम सुमन योजना (PM Suman Yojana)

ही योजना PMSMA ची विस्तारित आवृत्ती असून, मातांना सन्मानपूर्वक, सुरक्षित आणि स्वच्छ प्रसूतीसेवा मिळावी यासाठी तयार करण्यात आली आहे. ही योजना एका स्वतंत्र ॲपद्वारे नसून, राज्य स्तरीय डिजिटल पटलांवर कार्यरत आहे. यात प्रसूती केंद्रात स्वच्छता, प्रसूतीनंतरच्या आरोग्य सेवा व संसर्ग नियंत्रण यावर भर दिला जातो.

v) माझे रुग्णालय (Mera Aspataal / My Hospital)

या ॲपच्या माध्यमातून रुग्ण व त्यांच्या नातेवाईकांना रुग्णालयातील स्वच्छता, सुविधा व सेवा याबाबत प्रतिक्रिया देण्याची संधी मिळते. ह्या फीडबॅकचा उपयोग हॉस्पिटल स्वच्छता निरीक्षण व सुधारणा योजनांसाठी केला जातो. त्यामुळे हे ॲप प्रत्यक्षात संसर्ग नियंत्रण धोरणांशी निगडित आहे.

vi) इंडिया फाईट्स डेंग्यू (India Fights Dengue)

या ॲपमधून डेंग्यूविषयी जनजागृती, प्रतिबंधात्मक उपाय, आजाराची लक्षणे, उपचार केंद्रांची माहिती दिली जाते. *Aedes aegypti* या डासामुळे होणाऱ्या डेंग्यूचा प्रादुर्भाव टाळण्यासाठी, पाणी साठवण टाळणे, झाकण लावलेले डबे वापरणे व इतर उपाय यांचे महत्त्व या ॲपमधून पटवून दिले जाते.

vii) JSK हेल्पलाइन (Jansankhya Sthirata Kosh)

या हेल्पलाइन व माहितीपर ॲपचा उद्देश प्रजनन आरोग्य, कुटुंब नियोजन, मासिक पाळी स्वच्छता, व लैंगिक रोगांविषयी माहिती देणे आहे. किशोरवयीन मुलींमध्ये सॅनिटरी नॅपकिन्सचा वापर, यौनसुरक्षेची जाणीव इत्यादींबाबत ही माहिती महत्त्वाची ठरते.

viii) आयुष्मान भव (Ayushman Bhava)

ही मोहीम आरोग्य सेवा सर्वांपर्यंत पोहोचवण्यासाठी आयोजित केली जाते. या अभियानाअंतर्गत आरोग्य शिबिरे, लसीकरण मोहिमा व स्वच्छता जनजागृती यांची माहिती ॲपद्वारे मिळते. यामधून विद्यार्थ्यांना क्षेत्रीय आरोग्य व्यवहार आणि डेटावर आधारित हस्तक्षेप समजून घेता येतात.

ix) आरोग्य सेतू (Arogya Setu)

कोविड-१९ च्या काळात हे ॲप नागरिकांमध्ये संसर्ग झाला आहे का, हे ओळखण्यासाठी विकसित करण्यात आले होते. यामध्ये सोशल डिस्टन्सिंग, मास्क वापर, हात धुण्याचे महत्त्व, आणि संसर्ग टाळण्यासाठी सूचना दिल्या जात होत्या. हे ॲप सार्वजनिक आरोग्यातील डिजिटल प्रतिसादाचे आदर्श उदाहरण ठरले.

x) सेटू / कोविड-१९ AP

सेतू या संकल्पनेच्या अंतर्गत राज्य स्तरावर विकसित केलेले ॲप म्हणजे कोविड-१९ AP. यामध्ये लक्षण तपासणी, नजिकची रुग्णालये, आरोग्य सल्ला आणि संसर्ग टाळण्याचे उपाय दिलेले होते. सध्याच्या डिजिटल आरोग्य शिक्षण पद्धतीत या ॲपचा उपयोग मोठा होता.

xi) आरोग्य ॲप (Arogya App)

ही विविध राज्यांमध्ये विकसित झालेली स्थानिक ॲप्सची मालिका आहे. यात शाळा, अंगणवाडी, सार्वजनिक स्थळे यामधील स्वच्छता, आरोग्यविषयक सूचना व तपासणीबाबत माहिती दिली जाते. स्थानिक भाषांमध्ये या ॲप्समुळे ग्रामीण भागातील आरोग्य सेवक व महिलांना उपयोगी ठरतात.

सरकारी ॲप्स आणि डिजिटल माध्यमांद्वारे नागरिकांमध्ये स्वच्छता व रोग प्रतिबंध याविषयी प्रभावी जनजागृती घडवून आणली जात आहे. मायक्रोबायोलॉजीचे विद्यार्थी या ॲप्सकडे केवळ माहिती तंत्रज्ञान म्हणून न पाहता, एक प्रभावी सार्वजनिक आरोग्य यंत्रणा म्हणून अभ्यास करायला हवेत. हे ॲप्स संसर्गजन्य रोगांचे नियंत्रण, सुरक्षित सर्जिकल व्यवहार, व आरोग्य विषयक कृती आराखडे यांचा मूलभूत भाग बनत आहेत.

IN Government Health Apps

1. **National Health Portal (NHP)**
   - Download on Google Play
   - Download on App Store
2. **Swasth Bharat (Health India)**
   - Download on Google Play
   - Download on App Storeplay.google.com
3. **No More Tension**
   - Download on Google Play
   - Download on App Store
4. **Pradhan Mantri Surakshit Matritva Abhiyan (PMSMA)**
   - Download on Google Play

- Download on App Storepmsma.en.softonic.com+1pmsma.mohfw.gov.in+1

5. **PM Suman Yojana**
   - Download on Google Play
   - Download on App Store
6. **My Hospital**
   - Download on Google Play
   - Download on App Store
7. **India Fights Dengue**
   - Download on Google Play
   - Download on App Storeindia-fights-dengue.appstor.io
8. **JSK Helpline**
   - Download on Google Play
   - Download on App Store
9. **Ayushman Bhava**
   - Download on Google Play
   - Download on App Store
10. **Arogya Setu**
    - Download on Google Play
    - Download on App Store
11. **Covid-19 AP**
    - Download on Google Play
    - Download on App Store

UNIT – 01

1. **Explain the concept and different types of hygiene with suitable examples.**
   स्वच्छतेची संकल्पना आणि तिचे विविध प्रकार उदाहरणांसह स्पष्ट करा.
2. **Discuss the role and importance of personal hygiene in preventing infectious diseases.**
   संसर्गजन्य आजार टाळण्यासाठी वैयक्तिक स्वच्छतेची भूमिका आणि महत्त्व सांगा.
3. **Describe in detail the measures and practices followed under medical hygiene.**
   वैद्यकीय स्वच्छतेअंतर्गत पाळल्या जाणाऱ्या उपाययोजना आणि पद्धती सविस्तर लिहा.
4. **Illustrate how community hygiene helps reduce the disease burden in society.**
   समाजामध्ये रोगाचे प्रमाण कमी करण्यासाठी सामुदायिक स्वच्छता कशी मदत करते ते स्पष्ट करा.
5. **What is culinary hygiene? Explain its microbiological significance with examples.**
   खाद्य स्वच्छता म्हणजे काय? सूक्ष्मजीवशास्त्रीय दृष्टिकोनातून तिचे महत्त्व उदाहरणांसह सांगा.
6. **Elaborate on the objectives and structure of the WASH programme and its relevance in microbiology.**
   WASH कार्यक्रमाची उद्दिष्टे, रचना आणि सूक्ष्मजीवशास्त्रात त्याचे महत्त्व सविस्तर लिहा.
7. **Describe the impact of WASH implementation in healthcare and educational institutions.**
   आरोग्य आणि शैक्षणिक संस्थांमध्ये WASH कार्यक्रमाच्या अंमलबजावणीचा प्रभाव स्पष्ट करा.
8. **Explain the functions and importance of the Village Health Sanitation and Nutrition Committee (VHSNC).**
   ग्राम आरोग्य, स्वच्छता आणि पोषण समिती (VHSNC) यांच्या कार्यपद्धती आणि महत्त्व लिहा.
9. **Discuss the contributions of ASHA workers in strengthening rural healthcare delivery.**
   ग्रामीण आरोग्य सेवा मजबूत करण्यामध्ये आशा कार्यकर्त्यांचे योगदान सांगा.
10. **What is Village Health and Nutrition Day (VHND)? Explain its role in public health promotion.**
    ग्राम आरोग्य व पोषण दिवस (VHND) म्हणजे काय? सार्वजनिक आरोग्य संवर्धनात त्याची भूमिका स्पष्ट करा.
11. **Explain the structure and role of Rogi Kalyan Samiti in improving public healthcare facilities.**
    सार्वजनिक आरोग्य सेवांमध्ये सुधारणा करण्यासाठी रोगी कल्याण समितीची रचना आणि भूमिका लिहा.
12. **Differentiate between community hygiene and personal hygiene with relevant examples.**
    सामुदायिक स्वच्छता आणि वैयक्तिक स्वच्छतेमधील फरक उदाहरणांसह स्पष्ट करा.

13. **Describe various aspects of environmental sanitation and its significance in disease prevention.**
पर्यावरणीय स्वच्छतेचे विविध पैलू आणि रोग प्रतिबंधामधील त्याचे महत्त्व स्पष्ट करा.
14. **Why is sanitation in public places necessary? Explain with reference to public health.**
सार्वजनिक ठिकाणी स्वच्छता का आवश्यक आहे? सार्वजनिक आरोग्याच्या संदर्भात स्पष्ट करा.
15. **Discuss how microbiological principles are applied in promoting hygiene and sanitation.**
स्वच्छता आणि आरोग्य सुधारण्यासाठी सूक्ष्मजीवशास्त्रीय तत्त्वांचा कसा उपयोग केला जातो ते स्पष्ट करा.

UNIT 02

1. **Explain the concept of hygiene indicator microorganisms with suitable examples.**
हायजिन निर्देशक सूक्ष्मजंतूंची संकल्पना उदाहरणासह स्पष्ट करा.
2. **What are the criteria for selecting a good hygiene indicator microorganism?**
चांगल्या हायजिन निर्देशक सूक्ष्मजंतूंची निवड करण्यासाठी कोणती निकष वापरली जातात?
3. **Write a comparative account of coliforms, enterococci, and *Clostridium perfringens* as hygiene indicators.**
हायजिन निर्देशक म्हणून कॉलिफॉर्म्स, एन्ट्रोकॉकी आणि *क्लोस्ट्रिडियम पर्फ्रिन्जेन्स* यांची तुलना करा.
4. **Describe the role of Total Plate Count (TPC) and specific bacterial tests in food industry hygiene monitoring.**
अन्न उद्योगातील स्वच्छता परीक्षणामध्ये एकूण प्लेट काउंट (TPC) व विशिष्ट बॅक्टेरिया चाचण्यांची भूमिका स्पष्ट करा.
5. **Discuss the importance of air sampling in hospital and pharmaceutical environments with reference to fungal spores.**
रुग्णालय व औषधनिर्मिती क्षेत्रांतील हवामान परीक्षणाचे महत्त्व फंगल बीजाणूंच्या संदर्भात स्पष्ट करा.
6. **Elaborate on good hygiene practices used to reduce the spread of infections and viruses in various settings.**
संसर्ग व विषाणूंचा प्रसार कमी करण्यासाठी विविध ठिकाणी वापरल्या जाणाऱ्या चांगल्या स्वच्छता पद्धती स्पष्ट करा.
7. **Explain the role of hand hygiene and respiratory hygiene in infection prevention with examples.**
हात स्वच्छता व श्वसन स्वच्छतेची संसर्ग प्रतिबंधामधील भूमिका उदाहरणासह स्पष्ट करा.

8. **What measures are included under environmental and food hygiene for infection control?**
संसर्ग नियंत्रणासाठी पर्यावरणीय व अन्न स्वच्छतेअंतर्गत कोणते उपाय समाविष्ट आहेत?
9. **Describe the WHO-recommended hygiene practices and their public health significance.**
WHO ने शिफारस केलेल्या स्वच्छता पद्धती व त्यांचे सार्वजनिक आरोग्यावर होणारे परिणाम स्पष्ट करा.
10. **How does hygiene education and community engagement support infection prevention during pandemics?**
साथीच्या रोगांदरम्यान स्वच्छता शिक्षण व समुदाय सहभाग संसर्ग प्रतिबंधास कशी मदत करतात?
11. **Define environmental pathogenic microorganisms and explain their routes of transmission.**
पर्यावरणीय रोगकारक सूक्ष्मजंतू म्हणजे काय? त्यांचे संक्रमण मार्ग स्पष्ट करा.
12. **Give an account of common waterborne pathogens and diseases caused by them.**
पाण्यातून होणाऱ्या सामान्य रोगजनक सूक्ष्मजंतूंचा आढावा घ्या व त्यांच्यामुळे होणारे रोग नमूद करा.
13. **Discuss the significance of soil- and air-borne microbial pathogens with relevant examples.**
माती व हवामार्गे पसरणाऱ्या सूक्ष्मजंतूंचे महत्त्व संबंधित उदाहरणासह स्पष्ट करा.
14. **How do environmental conditions affect the survival and spread of microbial pathogens?**
पर्यावरणीय परिस्थिती सूक्ष्मजंतूंच्या टिकाव व प्रसारावर कसा परिणाम करतात?
15. **Explain methods of detection and control of environmental pathogenic microorganisms.**
पर्यावरणीय रोगकारक सूक्ष्मजंतूंचे शोध घेण्याची व नियंत्रणाची पद्धत स्पष्ट करा.
16. **Explain the immunological basis and types of vaccines used for microbial disease prevention.**
सूक्ष्मजंतूजन्य रोग प्रतिबंधासाठी वापरल्या जाणाऱ्या लसींचा प्रतिकारशक्तीशी संबंधित पाया व प्रकार स्पष्ट करा.
17. **Describe the role of vaccination in achieving herd immunity and controlling disease outbreaks.**
हर्ड इम्युनिटी साध्य करण्यात व रोगाच्या उद्रेकावर नियंत्रण मिळवण्यात लसीकरणाची भूमिका स्पष्ट करा.
18. **Write a short note on the different vaccines included under the Government of India Immunization Programme.**
भारत सरकारच्या लसीकरण कार्यक्रमांतर्गत समाविष्ट विविध लसींबाबत संक्षिप्त लेख लिहा.

19. **Compare live attenuated, inactivated, and subunit vaccines with respect to mechanism and suitability.**
    कार्यप्रणाली व उपयोगीतेच्या दृष्टीने सजीव कमकुवत, निर्जीव व सबयुनिट लसींची तुलना करा.

20. **What are the recent developments and challenges in vaccine technology?**
    लस तंत्रज्ञानातील अलीकडील घडामोडी व आव्हाने कोणती आहेत?

UNIT - 03

1. Explain the role of microorganisms in food spoilage and discuss examples of spoilage organisms affecting different food types.
अन्नाच्या सडण्यामध्ये सूक्ष्मजीवांची भूमिका स्पष्ट करा आणि विविध प्रकारच्या अन्नावर परिणाम करणाऱ्या सडणाऱ्या जीवजंतूंची उदाहरणे द्या.

2. Discuss various environmental sources of microbial contamination in food and the preventive measures to avoid them.
अन्नातील सूक्ष्मजीवजन्य दूषणाची विविध पर्यावरणीय कारणे स्पष्ट करा आणि त्यास टाळण्यासाठी घ्यावयाच्या प्रतिबंधात्मक उपायांची माहिती द्या.

3. Describe with examples the common methods used to preserve food against microbial contamination.
सूक्ष्मजीवजन्य दूषणापासून अन्नाचे संरक्षण करण्यासाठी वापरण्यात येणाऱ्या सामान्य पद्धती उदाहरणांसह स्पष्ट करा.

4. What is food adulteration? Explain the health hazards associated with common food adulterants.
अन्न भेसळ म्हणजे काय? सामान्य अन्न भेसळकारकांशी संबंधित आरोग्य धोक्यांचे स्पष्टीकरण द्या.

5. Describe simple household or laboratory tests for detection of food adulterants with examples.
अन्न भेसळ ओळखण्यासाठी घरगुती किंवा प्रयोगशाळेतील साध्या चाचण्या उदाहरणांसह स्पष्ट करा.

6. Explain the structure and key provisions of the Food Safety and Standards Act, 2006 and its relevance to public health.
अन्न सुरक्षा व मानके अधिनियम, २००६ ची रचना व प्रमुख तरतुदी स्पष्ट करा आणि सार्वजनिक आरोग्याशी त्याचे महत्त्व समजावून सांगा.

7. Write a detailed note on food hygiene practices specific to milk, meat, fish, eggs, and vegetables.
दूध, मांस, मासे, अंडी व भाजीपाला यासंबंधी विशिष्ट अन्न स्वच्छतेच्या पद्धतींचे सविस्तर वर्णन करा.

8. Define food security. Explain its components and factors affecting food availability and accessibility.
अन्न सुरक्षा म्हणजे काय ते लिहा. अन्न सुरक्षेची तत्वे आणि उपलब्धता व पोहोच यावर परिणाम करणारे घटक स्पष्ट करा.

9. Discuss the socio-economic dimensions of food security and how community-based initiatives support food access.

अन्न सुरक्षेचे सामाजिक-आर्थिक पैलू स्पष्ट करा आणि समुदाय आधारित उपक्रम अन्न उपलब्धतेस कशी मदत करतात हे समजावून सांगा.

10. Describe the objectives and key features of the National Food Security Act, 2013, along with implementation challenges.

राष्ट्रीय अन्न सुरक्षा अधिनियम, २०१३ चे उद्दिष्ट व महत्वपूर्ण वैशिष्ट्ये, तसेच अंमलबजावणीतील अडचणी स्पष्ट करा.

11. Explain the role of microbiologists in ensuring food safety and their involvement in national food welfare schemes.

अन्न सुरक्षा सुनिश्चित करण्यामध्ये सूक्ष्मजैवशास्त्रज्ञांची भूमिका आणि राष्ट्रीय अन्न कल्याण योजना यामधील त्यांचा सहभाग स्पष्ट करा.

12. How does microbial spoilage influence post-harvest losses and overall food security? Illustrate your answer.

शेती पश्चात अन्न साठवणुकीत सूक्ष्मजीवजन्य सडण कसे नुकसान करते आणि एकूण अन्न सुरक्षा यावर त्याचा काय परिणाम होतो हे उदाहरणासह स्पष्ट करा

13. Explain in detail how air, water, soil, and sewage contribute to microbial contamination of food.

हवा, पाणी, माती आणि मलमूत्र अन्नाच्या सूक्ष्मजीवजन्य दूषणास कशी कारणीभूत ठरतात, हे सविस्तरपणे स्पष्ट करा.

14. Describe various food adulterants found in commonly used food items and explain their toxic effects.

सर्वसामान्य अन्नपदार्थांमध्ये आढळणाऱ्या विविध भेसळकारकांचे वर्णन करा आणि त्यांच्या विषारी परिणामांचे स्पष्टीकरण द्या.

15. What are the limitations of the Public Distribution System (PDS) under the National Food Security Act? Suggest improvements.

राष्ट्रीय अन्न सुरक्षा कायद्यानुसार सार्वजनिक वितरण प्रणालीतील (PDS) मर्यादा कोणत्या आहेत? सुधारणा सुचवा.

16. Compare and contrast the microbial hygiene requirements for raw versus processed foods.

कच्च्या व प्रक्रियायुक्त अन्नाच्या सूक्ष्मजीव स्वच्छतेच्या गरजा यांचे तुलना आणि फरक स्पष्ट करा.

17. Explain the importance of food safety awareness among consumers and describe any government initiatives to promote it.

ग्राहकांमध्ये अन्न सुरक्षा जनजागृतीचे महत्त्व स्पष्ट करा आणि यास प्रोत्साहन देण्यासाठी सरकारच्या कोणत्याही उपक्रमांचे वर्णन करा.

18. Describe the significance of pasteurization and other heat treatment methods in ensuring microbial safety of food.

अन्नाच्या सूक्ष्मजीव सुरक्षा सुनिश्चित करण्यासाठी पाश्चरायझेशन व इतर उष्मा प्रक्रिया पद्धतींचे महत्त्व स्पष्ट करा.

19. Explain how climatic and environmental conditions influence microbial spoilage of different food groups.

हवामान व पर्यावरणीय परिस्थिती विविध अन्न गटांच्या सूक्ष्मजीव सडण्यावर कसा परिणाम करतात हे स्पष्ट करा.

20. Describe the connection between malnutrition, foodborne diseases, and microbiological food quality.

कुपोषण, अन्नजन्य रोग आणि सूक्ष्मजीवदृष्ट्या अन्नाच्या गुणवत्तेतील परस्पर संबंध स्पष्ट करा.

UNIT - 04

1. **Explain the role of digital media in creating public awareness about hygiene and disease prevention in post-COVID India.**
   कोविड नंतरच्या भारतात स्वच्छता आणि रोग प्रतिबंधक जनजागृतीसाठी डिजिटल मीडियाची भूमिका स्पष्ट करा.
2. **Discuss the utility and features of the National Health Portal and Swasth Bharat mobile app in promoting hygiene and health awareness.**
   स्वच्छता आणि आरोग्य जनजागृतीसाठी नॅशनल हेल्थ पोर्टल आणि 'स्वस्थ भारत' मोबाइल ॲपची उपयुक्तता व वैशिष्ट्ये सांगा.
3. **Describe how the 'No More Tension' app contributes to public health, especially in relation to stress caused by poor sanitation.**
   'नो मोअर टेन्शन' ॲप सार्वजनिक आरोग्यास कशा प्रकारे मदत करते, विशेषतः खराब स्वच्छतेमुळे होणाऱ्या तणावाच्या संदर्भात सांगा.
4. **Write a detailed account of how PMSMA and PM Suman Yojana promote hygienic maternal care through digital tools.**
   पीएमएसएमए व पीएम सुमन योजना डिजिटल माध्यमांद्वारे मातृत्व काळातील स्वच्छतेच्या प्रचारात कशी मदत करतात हे तपशीलवार सांगा.
5. **Discuss the function of the 'Mera Aspataal' app in improving hospital hygiene through public feedback.**
   'मेरा हॉस्पिटल' ॲप सार्वजनिक अभिप्रायाच्या माध्यमातून रुग्णालयातील स्वच्छता सुधारण्यात कशी भूमिका बजावते याचे विवेचन करा.
6. **Explain how the 'India Fights Dengue' app contributes to vector control and community-level hygiene.**
   'इंडिया फाईट्स डेंग्यू' ॲप कशाप्रकारे डास नियंत्रण व सामुदायिक स्वच्छतेला हातभार लावते हे स्पष्ट करा.
7. **Evaluate the role of the JSK Helpline app in promoting reproductive hygiene and population awareness.**
   जनसंख्या स्थिरता व प्रजनन स्वच्छतेसाठी जेएसके हेल्पलाइन ॲपची भूमिका स्पष्ट करा.
8. **Describe the objectives and digital reach of the Ayushman Bhava campaign in strengthening public hygiene.**

'आयुष्मान भव' मोहिमेची उद्दिष्टे व सार्वजनिक स्वच्छता वाढवण्यासाठी डिजिटल पोहोच स्पष्ट करा.

9. **Discuss the role of Arogya Setu in controlling disease spread through digital tracking and hygiene awareness.**

   डिजिटल ट्रॅकिंग व स्वच्छता जनजागृतीच्या माध्यमातून रोग नियंत्रणात 'आरोग्य सेतु' ॲपची भूमिका स्पष्ट करा.

10. **How have region-specific apps like 'Covid-19AP' helped in reinforcing hygiene practices during the pandemic?**

    'कोविड-१९एपी' सारख्या प्रादेशिक ॲप्सनी महामारी दरम्यान स्वच्छता पद्धतींना बळकटी कशी दिली हे सांगा.

11. **Explain the contribution of localized Arogya Apps in promoting hygiene practices in schools, markets, and anganwadis.**

    शाळा, बाजारपेठा आणि अंगणवाड्यांमध्ये स्वच्छतेच्या सवयी वाढवण्यात स्थानिक 'आरोग्य ॲप्स'ची मदत स्पष्ट करा.

12. **Summarize the ways in which digital platforms are helping microbiology professionals contribute to public hygiene and infection control.**

    मायक्रोबायोलॉजीतले तज्ञ सार्वजनिक स्वच्छता व संसर्ग नियंत्रणासाठी डिजिटल माध्यमांद्वारे कशा प्रकारे योगदान देत आहेत हे संक्षेपात सांगा.

13. **What are the common features of government health apps that support hygiene awareness in underserved communities?**

    दुर्गम भागात स्वच्छतेच्या जनजागृतीसाठी सरकारने विकसित केलेल्या ॲप्सची सामान्य वैशिष्ट्ये कोणती आहेत ते सांगा.

14. **Discuss the significance of real-time data provided by health apps in managing disease outbreaks and hygiene campaigns.**

    रोगाचा प्रसार व स्वच्छता मोहिमा व्यवस्थापित करताना आरोग्य ॲप्सनी दिलेल्या रिअल टाइम डेटाचे महत्त्व सांगा.

15. **Explain the interrelation between mental health, sanitation, and digital health awareness tools.**

    मानसिक आरोग्य, स्वच्छता व डिजिटल आरोग्य जनजागृती साधनांमधील परस्परसंबंध स्पष्ट करा.